



TUGAS AKHIR - MO091336

ANALISA TINGKAT PENCEMARAN AIR DI KALI PORONG AKIBAT BUANGAN LUMPUR LAPINDO

NOVERINA AYU SUKMASARI
NRP. 4310 100 104

DOSEN PEMBIMBING
Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014



FINAL PROJECT - MO091336

ANALYSIS OF WATER POLLUTION IN PORONG RIVER DUE TO LAPINDO MUD DISCHARGE

NOVERINA AYU SUKMASARI
NRP. 4310 100 104

SUPERVISOR
Suntoyo, ST, M.Eng., Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2014

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Tingkat Pencemaran Air di Kali Porong Akibat Buangan Lumpur Lapindo

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

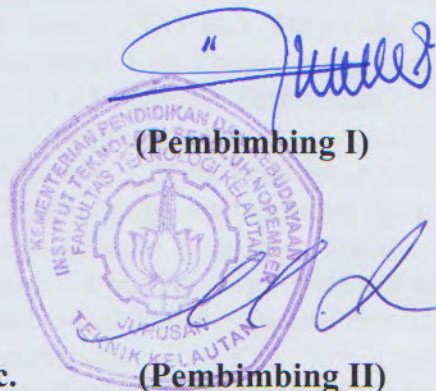
NOVERINA AYU SUKMASARI

NRP. 4310 100 104

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. **Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.**

NIP. 197107231995121001



2. **Dr.Eng.Muhammad Zikra, ST., M.Sc.**

NIP. 197702252002121002

(Pembimbing II)

Surabaya, 4 Agustus 2014

Analisa Tingkat Pencemaran Air di Kali Porong Akibat Buangan Lumpur Lapindo

Nama Mahasiswa : Noverina Ayu Sukmasari
NRP : 4310 100 104
Dosen Pembimbing : Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
Dr.Eng.Muhammad Zikra, ST., M.Sc.

ABSTRAK

Pada tanggal 29 Mei 2006 telah terjadi peristiwa di Kabupaten Sidoarjo yaitu semburan lumpur panas yang keluar dari dalam perut bumi yang dikenal dengan Lusi, Lumpur Sidoarjo atau Lumpur Lapindo. Karena sampai detik ini semburan lumpur masih belum bisa dihentikan, maka dilakukan tindak lanjut untuk penanggulangan yaitu pembuangan lumpur menuju laut melalui Kali Porong. Penelitian ini membahas mengenai tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat buangan Lumpur Lapindo. Penelitian ini menggunakan software MIKE 21 dengan dua modul yaitu Modul Hidrodinamika dan Modul ECO Lab. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data batimetri Kali Porong, debit sungai, pasang surut, data angin, dan konsentrasi COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS. Berdasarkan hasil simulasi Hidrodinamika diketahui Kondisi pasang tertinggi terdapat pada time step 70 dengan muka air mencapai 3,29 m. Sedangkan kondisi surut terendah terdapat pada time step 53 dengan muka air mencapai 0,21 m. Untuk hasil simulasi ECO Lab diketahui pola sebaran parameter kualitas air dipengaruhi oleh variasi debit dan tinggi rendahnya pasang surut. Menurut hasil simulasi parameter kualitas air yang dianalisa berdasarkan Peraturan Pemerintah 82 tahun 2001 menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat pembuangan Lumpur Lapindo tidak terlalu besar dan dapat masih dikatakan aman untuk COD, Nitrat, Fosfat. Hal ini karena konsentrasi tidak melebihi standar baku mutu. Sedangkan untuk TSS pun hanya titik di dekat pipa pembuangan yang nilai konsentrasinya melebihi standar baku mutu, untuk di titik selanjutnya hingga muara sungai terlihat aman.

Kata Kunci : Kali Porong, Lumpur Lapindo, MIKE 21, Pencemaran Air

Analysis of Water Pollution in Porong River Due to Lapindo Mud Discharge

Nama Mahasiswa : Noverina Ayu Sukmasari
NRP : 4310 100 104
Dosen Pembimbing : Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
Dr.Eng.Muhammad Zikra, ST., M.Sc.

ABSTRACT

On May 29, 2006 has occurred mud volcano eruption that came out of the bowels of the earth at Sidoarjo, known as Lusi, Sidoarjo Mud or Lapindo Mud. Because mud volcano eruption still can not be stopped until now, hence made a prevention like mud disposal to the sea through Porong river. This study discussed about the level of water pollution due to Lapindo Mud Discharge. This study used a software MIKE 21 with two modules (Hydrodynamic Module and ECO Lab Module). There are many data that used in this study such as Porong River Bathymetry, river discharge, tides, wind, and COD, Nitrate, Phosphate, and TSS's concentrations. Based on Hydrodynamic simulation results. The highest tide condition are at 70 time step, the water level reached 3,29 m. While there is a low tide conditions at 53 time step, the water level reached 0,21 m. ECO Lab simulation results are influenced by variations in discharge, up and down tides can determine the pattern of water quality's distribution parameters. According to the simulation results of water quality parameters were analyzed based on Government Regulation 82 in 2001. That indicated water pollution level due to Lapindo mud discharge was not too big and still safely for COD, Nitrate, Phosphate. It because the concentrations does not exceed from quality standart. For TSS was only a point near the discharge pipe look exceeds the quality standart of concentration, but in the next point until estuary looks safe.

Key Words : Porong River, Lapindo Mud, MIKE 21, Water Pollution

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini berjudul Analisa Tingkat Pencemaran Air di Kali Porong Akibat Buangan Lumpur Lapindo.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas Akhir ini berisi tentang distribusi parameter kualitas air di Kali Porong akibat buangan Lumpur Lapindo dan analisisnya menurut Peraturan Pemerintah.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 4 Agustus 2014

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini tentu juga karena support dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah swt, atas bimbingan, rahmat, hidayah, dan rejeki-Nya
2. Bapak Suntoyo, ST, M.Eng, Ph.D, selaku dosen pembimbing I atas semua ilmu,bimbingan,arahan, waktu yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak M. Zikra, ST, M.Eng, Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan dan arahan.
4. Kedua orang tua penulis, Eko Sulistiyono dan Lidya Soesanti atas kasih sayang, doa, dan dukungan sepanjang waktu.
5. Adikku tersayang, Cordellia Calista Amelia yang selalu menghibur dan memberi semangat pada penulis. K-POP !
6. Nenekku tersayang, Siti Kaliyah yang selalu menyayangi hingga rajin membangunkan penulis setiap pagi agar tidak terlambat ke sekolah
7. Sahabat seperjuangan mulai maba hingga penulisan Tugas akhir, Si cacing bulu cambuk bin mumuku ‘Gita Angraeni’, sedih dan senang dilakukan bersama, jatuh bangun sudah dilalui bersama, terima kasih atas kerjasama, dukungan, dan doa. Terus berjuang sahabat. Hidup cacing bersaudara !
8. Sahabat Runners, Dila Kwangsoo, Norma Gary, Yooyun, Ida So Sweet, Singgih. Semoga impian besar kita dapat terwujud di masa depan. Hidup Running Man !
9. Mbak Weny, Mbak Liyani, Mbak Tiwi, Bahar, Mbak Hepi dan semua petugas LabKom atas bantuannya.
10. Teman- teman seangkatan, Megalodon. Dan semua yang tidak bisa di sebutkan satu persatu. Semoga Allah swt selalu melindungi kita semua.

Surabaya, 4 Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1. Pencemaran Air	6
2.2.2. Pencemaran Air Sungai	7
2.2.3. COD (Chemical Oxygen Demand)	8
2.2.4. Nitrat	8
2.2.5. Fosfat	9
2.2.6. TSS (Total Suspended Solid)	9
2.2.7 MIKE 21	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	13
3.2. Prosedur Penelitian	14

BAB IV ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Daerah Studi Kali Porong	25
4.2 Model Batimetri Kali Porong.....	26
4.3 Simulasi Hidrodinamika	27
4.4 Hasil Pemodelan pada Simulasi Hidrodinamika	28
4.5 Validasi Model	29
4.6 Simulasi ECO Lab	30
4.7 Hasil dan Analisa Kualitas Air dengan Modul ECO Lab.	30
4.8 Analisa Parameter Kualitas Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA.....	41
---------------------	----

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

TABEL 4.1 Hasil Simulasi di 4 Titik Tinjauan	31
TABEL 4.2 Hasil Analisa Parameter Kualitas Air berdasarkan Peraturan Pemerintah	38

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1 Pembuangan Lumpur ke Kali Porong	3
GAMBAR 3.1 Diagram Alir (<i>flowchart</i>) Pengerjaan Tugas Akhir	14
GAMBAR 3.2 Data Darat dan Laut Dalam Format xyz.....	15
GAMBAR 3.3 Proyeksi UTM Sungai Porong.....	15
GAMBAR 3.4 Tampilan Awal Mesh Generator.....	16
GAMBAR 3.5 Pemberian Garis Batas.....	17
GAMBAR 3.6 Boundary Condition Model.....	17
GAMBAR 3.7 Tampilan Awal MIKE 21 FM.....	18
GAMBAR 3.8 Tampilan Domain MIKE 21.....	19
GAMBAR 3.9 Tampilan Untuk Time Step.....	19
GAMBAR 3.10 Tampilan Option Dalam Hydrodynamic Module.....	20
GAMBAR 3.11 Tampilan Awal ECO Lab Module.....	21
GAMBAR 3.12 Input Data Parameter Kualitas Air.....	21
GAMBAR 3.13 Format-format Output.....	22
GAMBAR 3.14 Output Item Selection.....	22
GAMBAR 4.1 Lokasi Daerah Studi	25
GAMBAR 4.2 Grid Pemodelan	26
GAMBAR 4.3 Hasil Meshing Batimetri	26
GAMBAR 4.4 Lokasi Kondisi Batas	27
GAMBAR 4.5 Lokasi 4 Titik	28

GAMBAR 4.6 Grafik Pasang Surut	29
GAMBAR 4.7 Grafik Perbandingan Pasang Surut	30
GAMBAR 4.8 Grafik COD	31
GAMBAR 4.9 Grafik Nitrat	32
GAMBAR 4.10 Grafik Fosfat	32
GAMBAR 4.11 Grafik TSS	33
GAMBAR 4.12 Pola sebaran COD untuk kondisi pasang tertinggi	34
GAMBAR 4.13 Pola sebaran COD untuk kondisi surut terendah	34
GAMBAR 4.14 Pola sebaran Nitrat untuk kondisi pasang tertinggi	35
GAMBAR 4.15 Pola sebaran Nitrat untuk kondisi surut terendah	35
GAMBAR 4.16 Pola sebaran TSS untuk kondisi pasang tertinggi	36
GAMBAR 4.17 Pola sebaran TSS untuk kondisi surut terendah	36
GAMBAR 4.18 Pola sebaran Fosfat untuk kondisi pasang tertinggi	37
GAMBAR 4.19 Pola sebaran Fosfat untuk kondisi surut terendah	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Hasil Pengukuran Lapangan
LAMPIRAN B	Hasil Output
LAMPIRAN C	Foto

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tanggal 29 Mei 2006 telah terjadi peristiwa di Kabupaten Sidoarjo yang menyita perhatian publik di kancah nasional maupun Internasional yaitu semburan lumpur panas yang keluar dari dalam perut bumi. Semburan lumpur panas (dikenal dengan Lusi, Lumpur Sidoarjo atau Lumpur Lapindo) ini terjadi di dekat sumur pengeboran Banjar Panji-1 milik kegiatan pengeboran PT Lapindo Brantas, Inc. Peristiwa ini telah membuat banyak kerugian pada masyarakat, lingkungan, maupun aktivitas perekonomian di Jawa Timur. Pada Bulan November 2006 lumpur panas telah menutupi sekitar 250 hektar tanah, termasuk tujuh desa, sawah, perkebunan tebu, dan saluran-saluran irigasi, serta telah mengganggu jalur transportasi. Prakiraan volume semburan Lumpur antara + 50.000 - 120.000 m³/hari. Sehingga air yang terpisah dari endapan Lumpur berkisar 35.000 – 84.000 m³/hari (Buku Putih LUSI, KLH, 2006). Dan sampai saat ini semburan lumpur panas masih belum bisa diberhentikan. Diprediksikan 50% kemungkinan semburan lumpur akan berhenti pada < 41 tahun dan 33% kemungkinan akan berhenti pada lebih dari 84 tahun. (Rudolph et al., 2011).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi luapan lumpur tersebut, seperti membuat tanggul untuk area genangan lumpur. Namun lumpur terus menyembur setiap harinya, sehingga sewaktu-waktu tanggul dapat jebol dan mengancam keselamatan warga karena dikhawatirkan lumpur akan menggenangi permukiman di dekat tanggul. Maka sebagai induk penanggulangan berikutnya yaitu pembuangan lumpur menuju laut melalui Kali Porong. Dengan pengaliran lumpur ke laut melalui Kali Porong, ada 3 prinsip pengelolaan lumpur yang berhubungan dengan Kali Porong, yakni “Pembuangan lumpur ke Kali Porong didistribusikan di palung sungai melalui beberapa lokasi di hilir spillway, semakin ke hilir semakin baik; Memanfaatkan potensi daya air Kali Porong pada saat musim hujan, yang melimpah dan murah untuk menghanyutkan lumpur ke laut; dan pengamanan fungsi Kali Porong untuk menjaga kinerja Kali Porong sebagai

kanal banjir (floodway) Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. (BAPEL-BPLS, 2011).

Namun permasalahan terbesar dari lumpur panas ini adalah volume yang menyembur sekitar 120,000 - 130,000 m³ setiap harinya sehingga seyogyanya perlakuan yang mestinya diterapkan adalah pengelolaan bahan beracun dan berbahaya yang mustahil diterapkan (Herawati, 2007). Pembuangan lumpur Lapindo ini mempunyai pengaruh dan dampak yang cukup besar pada kualitas air di Kali Porong karena telah terdeteksi mengandung berbagai macam polutan air yang kadarnya cukup jauh diatas ambang batas. Uji kualitas air lumpur oleh BAPEDAL Propinsi Jawa Timur pada bulan Juni dan Juli 2007 di Laboratorium lingkungan PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur menunjukkan hasil melebihi ketentuan baku mutu,sesuai dengan ketentuan KepMenLH 42/96 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi untuk parameter fisika kandungan endapan dalam lumpur atau Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid dan (TSS) sangat tinggi. Untuk parameter kimia, kandungan Biological oxygen demand (BOD) dan Chemical oxygen demand (COD) yang tinggi, dimana parameter tersebut merupakan parameter organik atau indikator umum terjadinya pencemaran air (Herawati,2007). Sedangkan Yuniar dkk. (2010) mengatakan pencemaran Kali Porong tersebut telah menimbulkan berbagai permasalahan, baik dalam segi fisik, sosial maupun ekonomi bagi wilayah pesisir Kecamatan Jabon. Gambar 1.1 dibawah ini adalah gambar tercemarnya Kali Porong akibat pembuangan lumpur melalui pipa pembuangan.



Gambar 1.1 Pembuangan lumpur ke Kali Porong (DetikNews, 15 Oktober 2008)

Dalam penelitian ini, penulis akan membahas mengenai tingkat pencemaran air akibat buangan lumpur Lapindo serta memodelkan parameter kualitas air di Kali Porong dengan software MIKE 21.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana distribusi parameter kualitas air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo ?
2. Bagaimana tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo berdasarkan Peraturan Pemerintah ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui distribusi parameter kualitas air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo
2. Mengetahui tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo berdasarkan Peraturan Pemerintah

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian adalah diperolehnya informasi terbaru mengenai tingkat pencemaran air dan distribusi parameter kualitas air di Kali Porong akibat

buangan lumpur Lapindo. Yang diharapkan dapat berguna sebagai sarana informasi dan pertimbangan kepada masyarakat dan pihak-pihak terkait untuk merancang strategi penanggulangan pencemaran air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian di sekitar Kali Porong dan pemodelan dilakukan di Laboratorium Komputasi dan Pemodelan Numerik Teknik Kelautan, ITS
2. Parameter kualitas air yang diambil untuk penelitian adalah COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS.
3. Pengukuran data parameter di lapangan dilakukan pada musim penghujan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Peristiwa Lumpur Sidoarjo atau Lumpur Lapindo pada 29 Mei 2006 telah mengakibatkan dampak yang besar pada masyarakat dan lingkungan sekitar Porong. Bahkan menurut Rumiati (2007) semburan Lusi ini akan mempengaruhi pola aliran dalam daerah aliran sungai (DAS) Brantas, siltasi Sungai Porong akibat lumpur ini juga akan memberikan resiko yang tinggi ketika terjadi banjir di musim penghujan di daerah didekat Mojokerto dan Sidoarjo. Jika banjir air tidak bisa ditampung di hulu dikuatirkan sungai di Surabaya akan melimpah dan menyebar menggenangi Surabaya. Beberapa pihak dan instansi terkait telah berusaha untuk membuat penanggulangan berikutnya setelah usaha pembangunan tanggul dikatakan kurang efektif. Sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia pada Sidang Kabinet Paripurna tanggal 27 September 2006, skenario pengendalian lumpur sebagian dialirkan ke Sungai Porong menuju laut untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah sehingga membahayakan keselamatan penduduk dan merusak infrastruktur di sekitarnya. Namun hal ini tentunya membuat tingkat pencemaran di Kali Porong semakin meningkat. Karena sebenarnya Kali Porong terlebih dulu sudah tercemar oleh limbah pabrik sekitar, sebelum adanya pembuangan lumpur di Kali Porong.

Terkait dengan permasalahan Lumpur Sidoarjo dan Kali Porong, Weny (2013) telah melakukan penelitian mengenai analisa transport sedimen dan perubahan morfologi Kali Porong akibat buangan Lumpur Sidoarjo dengan menggunakan bantuan software Mike21. Sedangkan Ridasmika (2007) dalam tugas akhirnya membahas pemodelan kualitas air di pesisir timur Sidoarjo akibat masuknya air lumpur Porong melalui perpipaan ke laut dengan software SMS. Selain itu, analisis tentang parameter kimia seperti kadar Fosfat dan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada tambak air payau akibat rembesan Lumpur Lapindo sudah dilakukan oleh Hendrawati dkk (2007). Sedangkan dalam penelitian ini

akan dilakukan analisa tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat buangan Lumpur Lapindo berdasarkan peraturan standar baku mutu air serta memodelkan parameter kualitas air . Parameter kualitas air yang akan digunakan yaitu COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu tempat penampungan air seperti sungai, danau, atau lautan yang terkontaminasi oleh polutan. Polutan adalah zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran. Sedangkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 mengatakan pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Dalam tulisannya, Wardhana, W.A (1995) memaparkan bahwa air yang tercemar mampu menimbulkan resiko negatif pada manusia yaitu :

1. Air menjadi tidak bermanfaat lagi, karena kualitasnya berubah maka peruntukan air pun berubah.
2. Air menjadi penyebab timbulnya penyakit, karena adanya zat-zat kontaminan dan bakteri dalam air dapat membahayakan kehidupan biota perairan serta kesehatan manusia yang berhubungan atau memanfaatkan air tersebut.

Pencemaran air tentu menimbulkan dampak pada sekitar. Pada umumnya, dampak pencemaran air dibagi dalam 4 kategori (KLH, 2004) :

- dampak terhadap kehidupan biota air
- dampak terhadap kualitas air tanah
- dampak terhadap kesehatan
- dampak terhadap estetika lingkungan

2.2.2 Pencemaran Air Sungai

Sungai merupakan salah satu badan air yang memiliki fungsi vital sebagai penyedia bahan baku kebutuhan air minum, fungsi rekreasi, fungsi komunikasi, dan konservasi (ekosistem air sungai). Namun selain peristiwa alam, pemanfaatan fungsi sungai yang tidak maksimal merupakan penyebab utama dari pencemaran sungai. Pencemaran sungai adalah tercemarnya air sungai yang disebabkan oleh limbah, bahan kimia dan unsur hara yang terdapat dalam air serta gangguan kimia dan fisika yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Pencemaran air tentu mengakibatkan penurunan pada kualitas air.

Kelas sungai dibagi berdasarkan peringkat (gradasi) tingkatan baiknya mutu air dan kemungkinan kegunaannya bagi suatu peruntukan air. Klasifikasi mutu air merupakan pendekatan untuk menetapkan kriteria mutu air dari tiap kelas, yang akan menjadi dasar untuk

penetapan baku mutu air. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pasal 8 Ayat (1), klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air Pada Sungai, Pasal 4 ayat (1) menyebutkan bahwa Air

sungai Porong mulai dari Desa Porong Kecamatan Porong sampai muara menurut klasifikasi mutu air ditetapkan sebagai kelas III.

2.2.3 COD (Chemical Oxygen Demand)

Dalam penentuan kualitas perairan, COD merupakan salah satu parameter kimia. COD atau permintaan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa untuk baku mutu COD pada kelas tiga yaitu 50 mg/l.

2.2.4 Nitrat

Nitrat merupakan salah satu jenis senyawa kimia yang sering ditemukan di alam, seperti dalam tanaman dan air. Senyawa ini terdapat dalam tiga bentuk, yaitu ion nitrat (ion-NO_3), kalium nitrat (KNO_3), dan nitrogen nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$). Kebanyakan sebagian nitrat dihasilkan dari proses penguraian tumbuh-tumbuhan dan hewan yang telah mati. Nitrogen dalam air dapat menjadi tiga bentuk yaitu amonia, nitrit, dan nitrat. Aktivitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama-tama menjadi amonia, kemudian dioksidakan menjadi nitrit dan nitrat (Manampiring, 2009). Sedangkan Amonia berasal dari kotoran manusia seperti tinja dan buangan air seni, serta pembusukan protein hewan/tumbuhan yang diuraikan oleh organism pembusuk. Jumlah nitrit yang berlebih dapat berbahaya bagi kesehatan yaitu sesak dan pernapasan lambat. Untuk nitrat dalam konsentrasi tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga dapat menyebabkan kematian ikan karena air kekurangan oksigen terlarut. Dalam PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa untuk baku mutu Nitrat pada kelas tiga yaitu 20 mg/l.

2.2.5 Fosfat

Kandungan fosfat di dalam air sungai dipengaruhi oleh aktivitas pertanian yang dijalankan di sepanjang pinggir sungai (Merzouki *et al.*, 1999). Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, poliphospat dan phospat organis. Setiap senyawa fosfat terdapat dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi di dalam sel organisme air. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat, seperti industri logam dan sebagainya. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai atau danau melalui drainase dan aliran air hujan. Fosfat organis terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air memaparkan bahwa untuk baku mutu Fosfat pada kelas tiga yaitu 1 mg/l.

2.2.6 TSS (Total Suspended Solid)

TSS (Total Suspended Solid) adalah jumlah padatan yang tersuspensi dalam satu liter air (mg/l). Padatan ini memiliki berat dan ukuran yang sangat kecil sehingga melayang-layang dalam air tapi tidak larut dan langsung mengendap (Mukhtasor, 2008). Padatan yang tersuspensi ini adalah salah satu penyebab kekeruhan di dalam air yang berupa bahan-bahan organik dan anorganik. Zat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan organik berasal dari lapukan tanaman dan hewan. Namun limbah industri juga merupakan faktor penting pada kekeruhan air. Berdasarkan PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, TSS mempunyai baku mutu untuk kelas tiga yaitu 400 mg/l.

2.2.7 MIKE 21

Software MIKE 21 DHI merupakan suatu perangkat lunak (software) yang digunakan untuk 2D free-surface flows. Mike 21 dapat diaplikasikan untuk simulasi hidrolika dan simulasi terkait di sungai, danau, estuari, dermaga, teluk,

pantai, dan laut. Program ini dikembangkan oleh DHI Water & Environment MIKE 21 yang terdiri dari beberapa modul, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Modul Hydrodynamic
- Modul Sand Transport
- Modul Transport
- Modul Mud transport
- Modul ECO lab
- Modul Particle Tracking

Untuk keperluan simulasi hidrodinamika dan pemodelan kualitas air yang dilakukan pada studi ini, modul yang digunakan adalah dua buah modul yaitu Hydrodynamic dan ECO Lab. Sedangkan tahapan pemodelannya terdiri dari 3 tahap, yaitu pemodelan batimetri wilayah studi, pemodelan elevasi muka air lalu kalibrasi dan yang terakhir pemodelan kualitas air. Untuk penjelasan secara rinci dapat dilihat pada MIKE (2007).

a. Modul Hidrodinamika

Hydrodynamic (HD) module adalah model matematik untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air. *Hydrodynamic module* digunakan untuk mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, sungai, estuari dan pantai. Model ini mensimulasi aliran dua dimensi dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen). Model ini mensimulasi aliran dua dimensi dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen).

b. Modul ECO Lab

Modul ECO Lab adalah aplikasi canggih yang dapat digunakan untuk pemodelan ekologi ekosistem dalam 2D dan 3D. ECO Lab memungkinkan untuk mengubah ekosistem perairan menjadi model numerik yang dapat diandalkan untuk prediksi yang akurat.

Aplikasi ECO Lab meliputi :

- Kualitas air dan studi ekologi yang terkait di sungai, lahan basah, danau, waduk, muara, perairan pesisir, dan laut
- Prediksi spasial dari setiap respon ekosistem
- Penelitian sederhana maupun penelitian kompleks mengenai kualitas air
- Studi dampak dan pemulihan
- Studi perencanaan dan perkiraan kualitas air

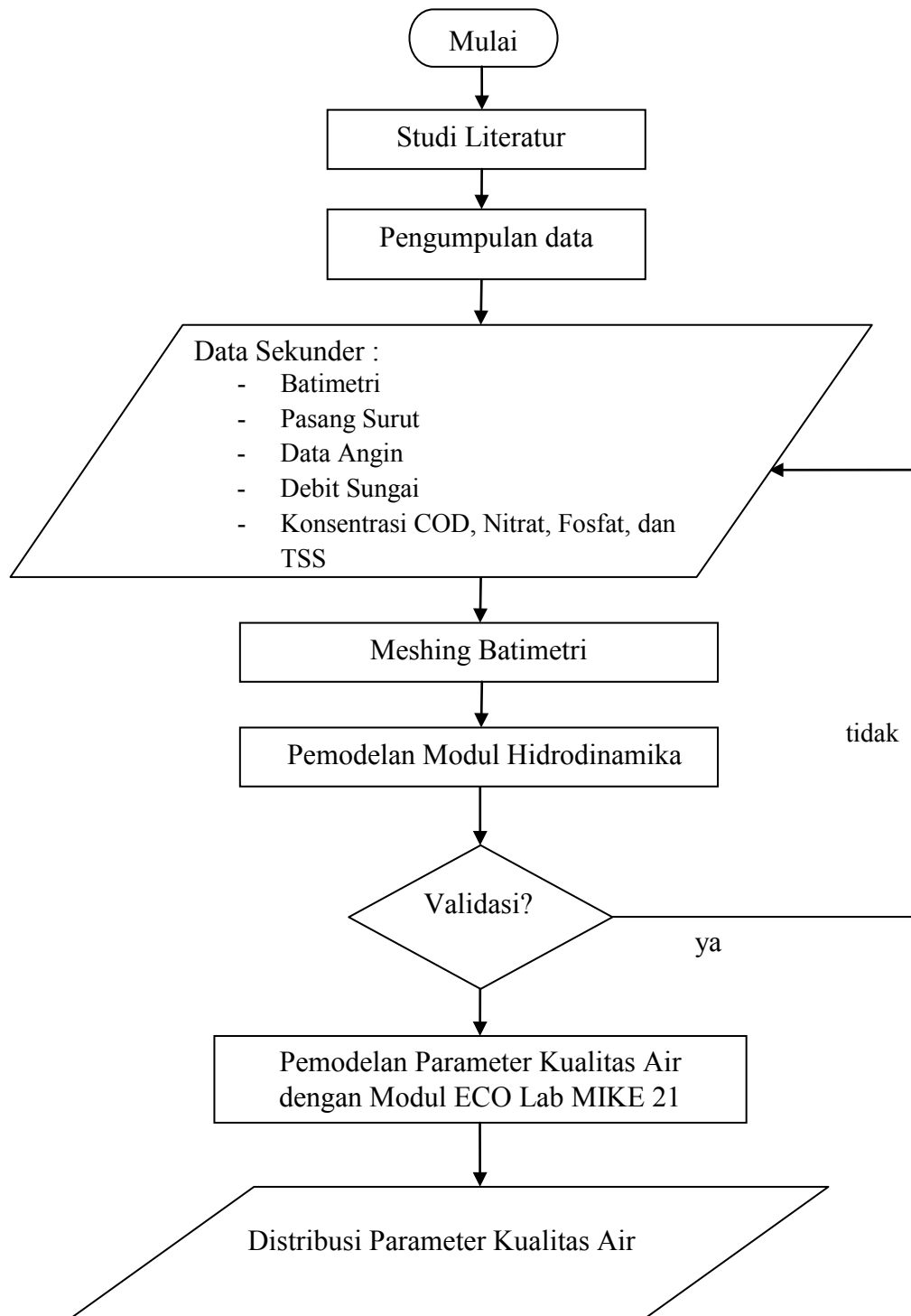
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

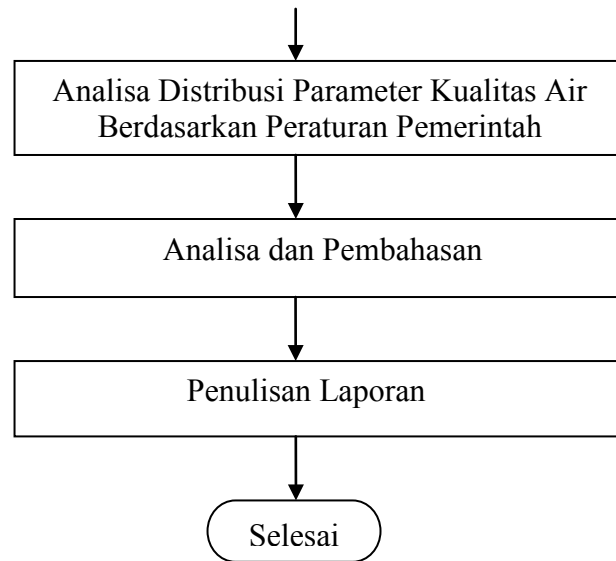
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Diagram Alir (*flowchart*) Pengerjaan Tugas Akhir

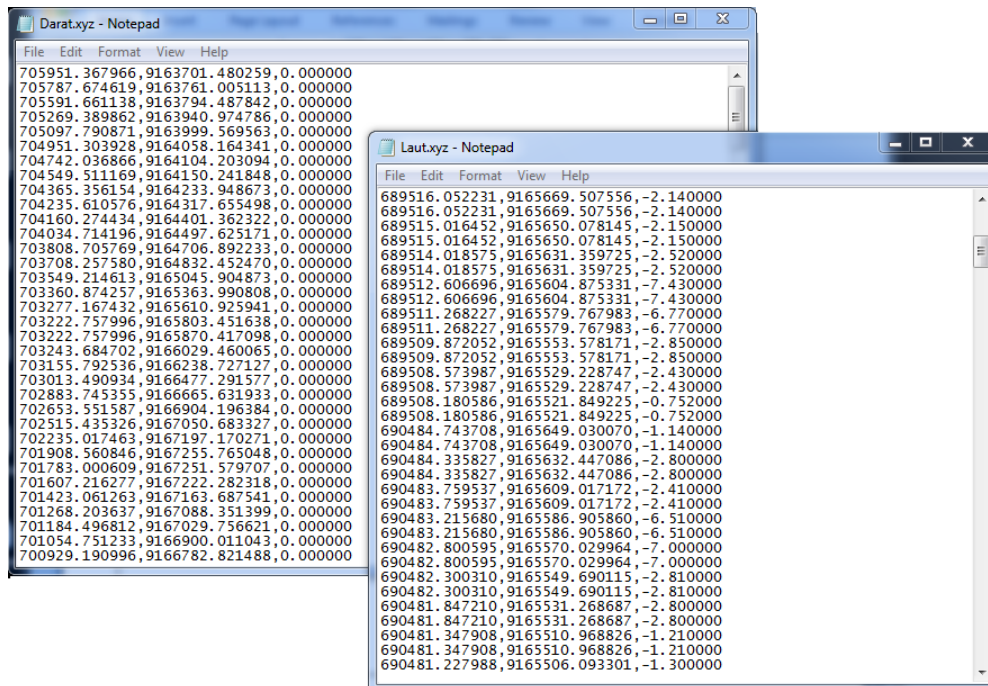
3.2 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada gambar 4.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur, meliputi pencarian dan mempelajari buku, jurnal, artikel, penelitian, tugas akhir, thesis terdahulu serta pencarian di internet yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Pengumpulan data berupa batimetri, data angin, nilai konsentrasi COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS, debit sungai, dan pasang surut.
3. Pengolahan data dalam penelitian ini sebagai berikut :

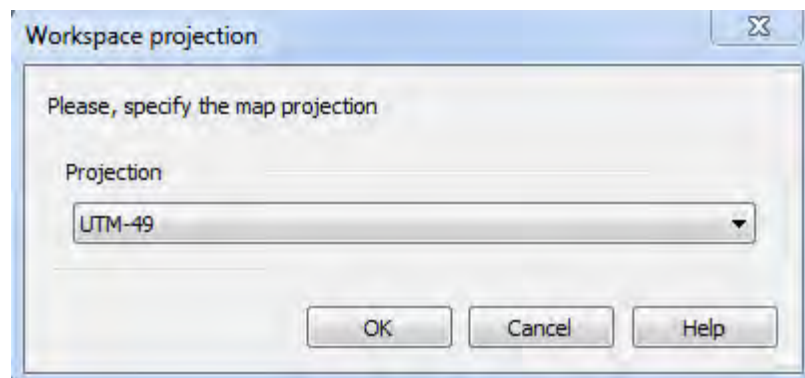
- a. Meshing Batimetri

Tahap awal yang dilakukan dalam memodelkan batimetri kali Porong yaitu dengan meshing batimetri. Pemeshingan batimetri ini menggunakan Mike Zero Mesh Generator, dimana input yang digunakan yaitu data penampang melintang sungai porong sepanjang KP 180 – 255 yang telah diolah menjadi 2 data, yaitu data darat dan data laut dalam format *.xyz seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.

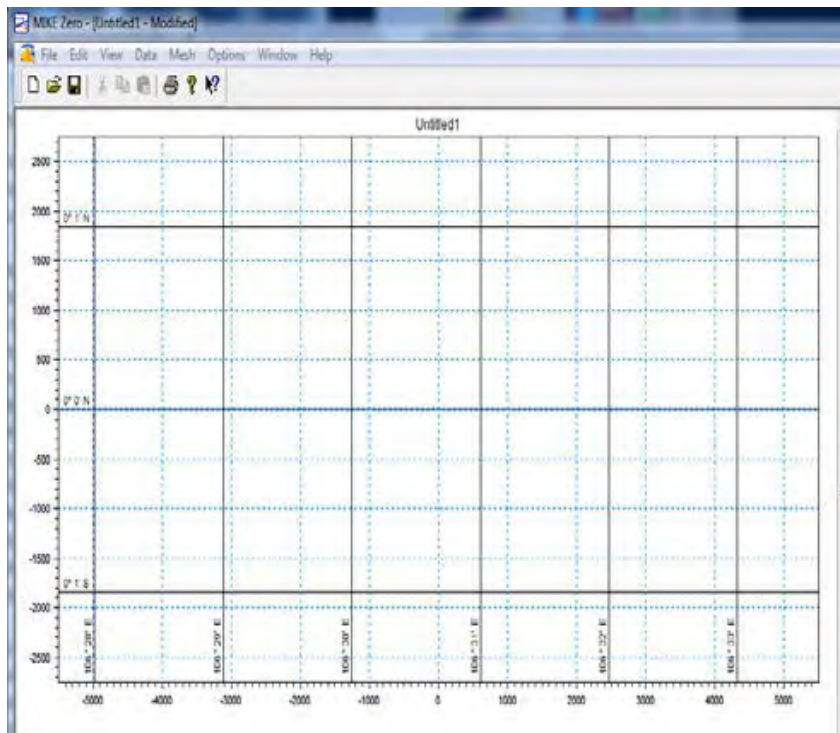


Gambar 3.2 Data Darat dan Laut Dalam Format xyz.

Setelah itu menentukan lokasi geografis (Projection) daerah studi. Pada penelitian ini penulis menggunakan Proyeksi UTM dimana sungai Porong termasuk dalam UTM 49. Setelah klik 'OK' maka akan keluar tampilan awal dari mesh generator seperti pada gambar 3.4



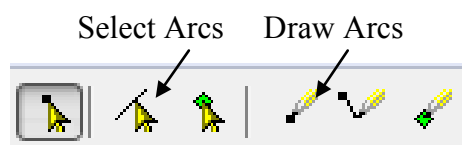
Gambar 3.3 Proyeksi UTM Sungai Porong

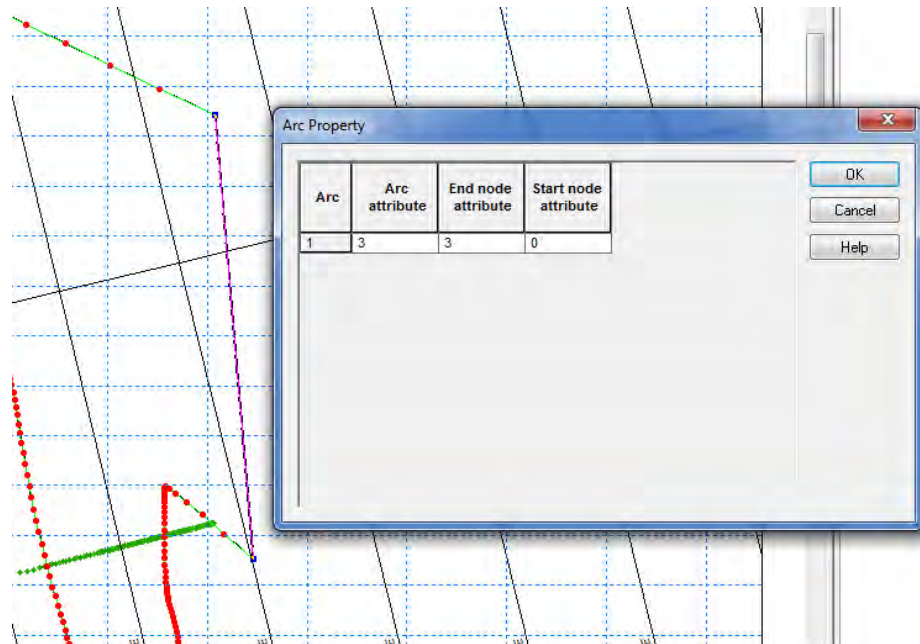


Gambar 3.4 Tampilan Awal Mesh Generator

Selanjutnya adalah memasukkan data darat dan laut yang digunakan, tahap-tahapnya yaitu sebagai berikut :

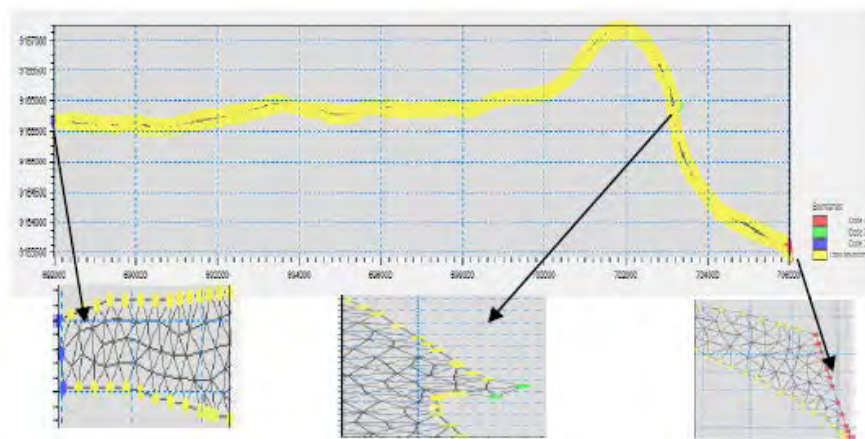
- Inputkan data darat, Klik Data → Import Boundary, kemudian pilih lokasi dimana data darat berada.
- Inputkan data laut, Klik Data → Import Scatter Data, kemudian pilih lokasi dimana data darat berada.
- Melakukan pendefinisian kondisi batas, dengan menarik garis sebagai batas area studi menggunakan 'draw arc' setelah itu melakukan pemberian nama setiap batas dengan mengklik garis batas menggunakan 'select arcs' lalu klik kanan– propertis dan beri nama batas dengan angka seperti yang terlihat pada Gambar 3.5





Gambar 3.5 Pemberian Garis Batas

Pada penelitian terdapat 4 batas code 2 yang berada di hulu, Code 3, dan code 4 berada didaerah dekat muara, seperti yang terlihat pada Gambar 3.6



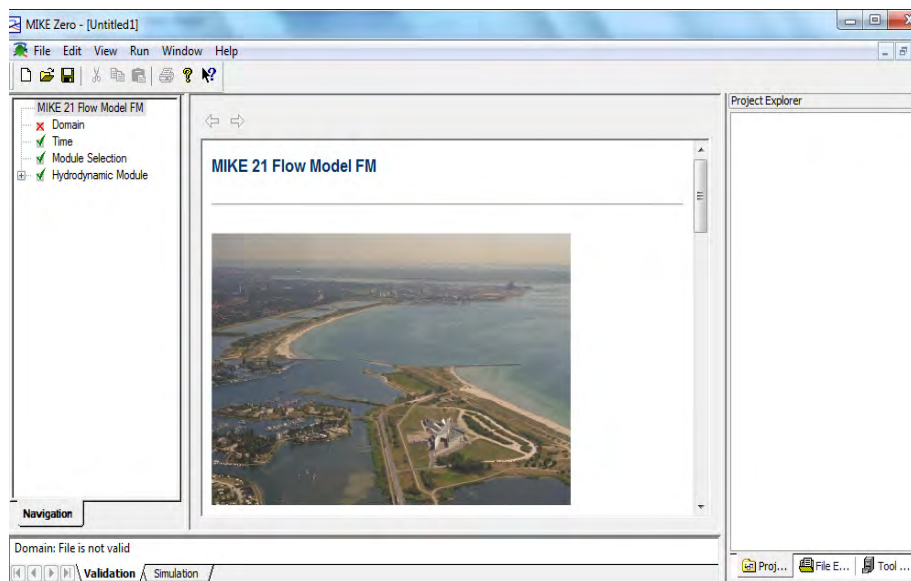
Gambar 3.6 Boundary Condition Model

- Klik Mesh → Triangulate
- Klik Mesh → Interpolate

- Yang terakhir, untuk menyimpan file mode batimetri adalah, Klik Mesh → Export Mesh, kemudian simpan file dalam format *.Mesh (*namafile.mesh*)

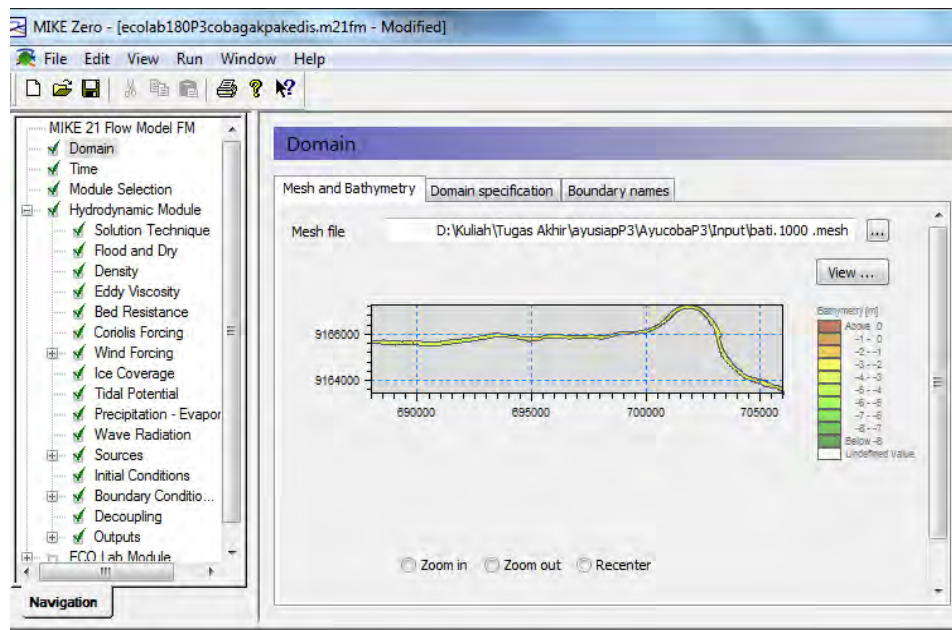
b. Simulasi Hidrodinamika

Dalam simulasi ini, penulis menggunakan MIKE 21 FM. Dalam MIKE 21 FM ada beberapa option yang harus diisi, yaitu Domain, Time, dan Module Selection



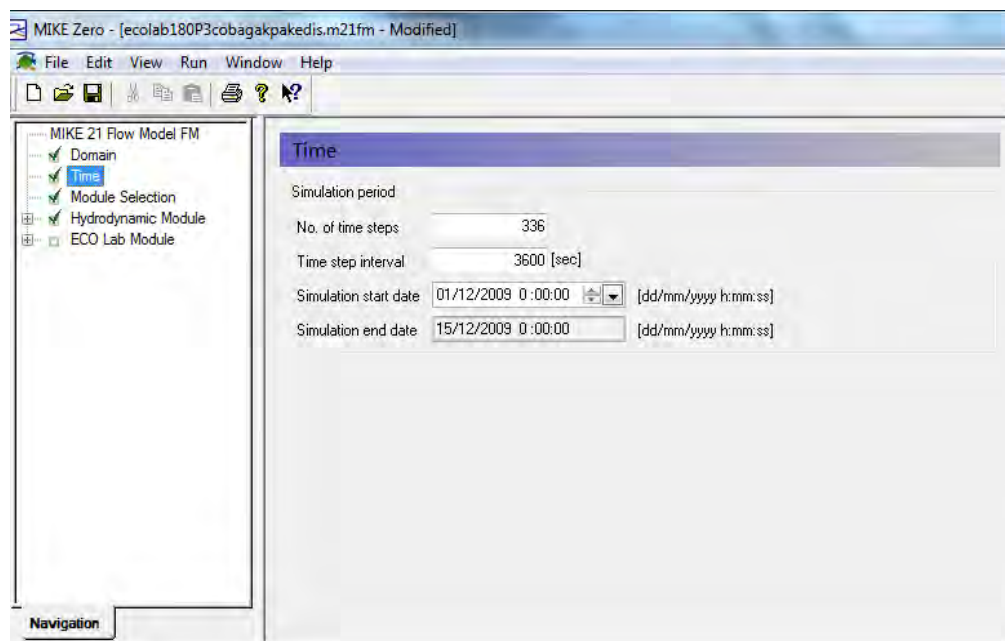
Gambar 3.7 Tampilan Awal MIKE 21 FM

Domain, yaitu batimetri daerah studi dalam format *.mesh, yang sudah dibuat sebelumnya.



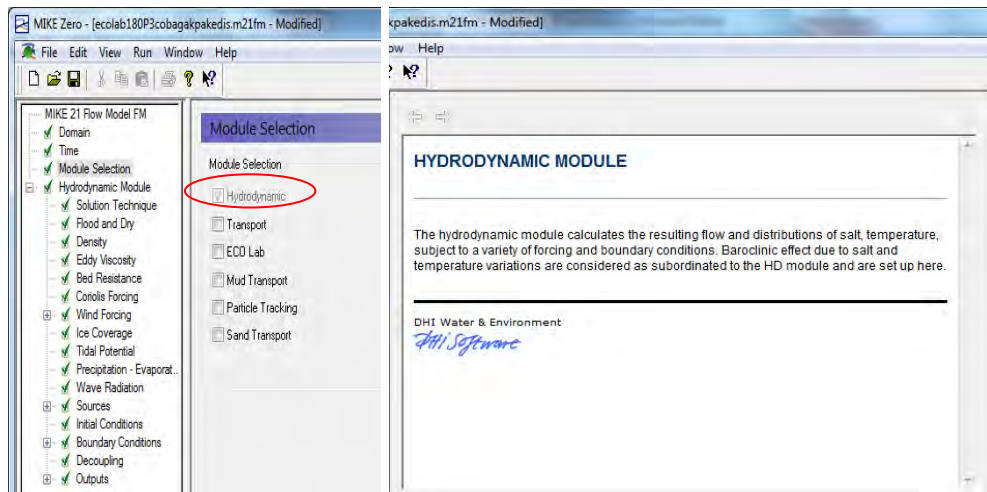
Gambar 3.8 Tampilan Domain MIKE 21

Time, merupakan waktu simulasi, kapan simulasi dimulai dan berakhir serta berapa interval waktunya. Dalam penelitian ini, penulis melakukan simulasi sebanyak 336 timesteps atau selama 14 hari, dengan interval waktu selama 3600s.



Gambar 3.9 Tampilan Untuk Time Step

Module selection, yaitu memilih module yang akan digunakan. Dikarenakan penulis melakukan simulasi hidrodinamika maka module yang dipilih adalah module Hydrodynamic. Selanjutnya pada option hydrodynamic module akan terdapat beberapa option seperti yang terlihat dibawah ini.



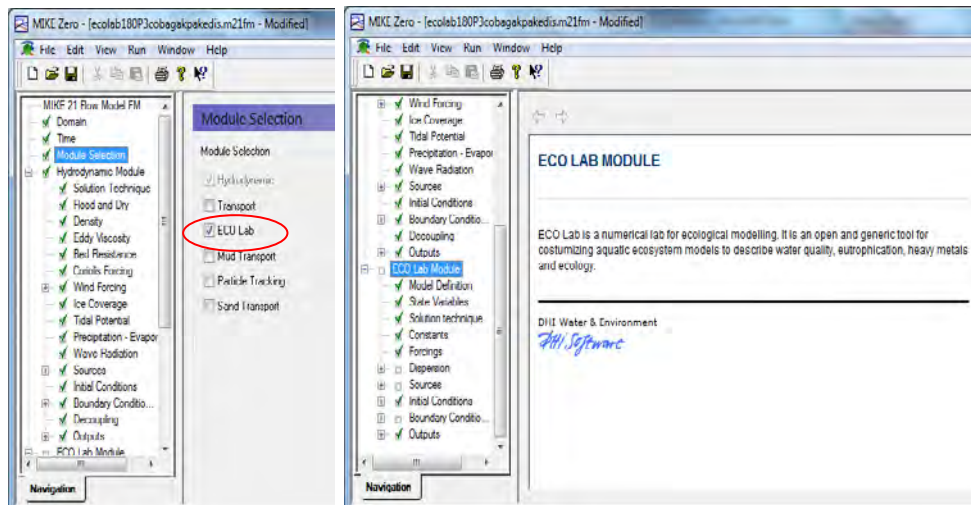
Gambar 3.10 Tampilan Option Dalam Hydrodinamic Module

c. Validasi Model

Validasi model ini akan dilakukan kalibrasi agar diketahui apakah model yang dibuat telah cukup merepresentasikan lapangan secara nyata. Karena Model numerik yang dilakukan merupakan pendekatan secara numerik yang pastinya terdapat error. Dalam validasi ini, data pasang surut hasil pemodelan akan dikalibrasi dengan data pasang surut hasil pengukuran di lapangan.

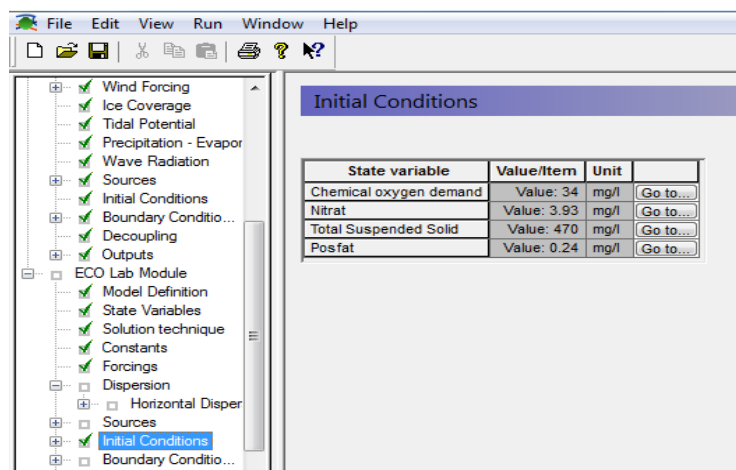
d. Simulasi ECO Lab

Dalam penelitian ini, pemodelan parameter kualitas air menggunakan modul ECO Lab yang terdapat pada MIKE 21. Output dari hidrodinamika akan menjadi inputan di dalam simulasi ECO Lab.



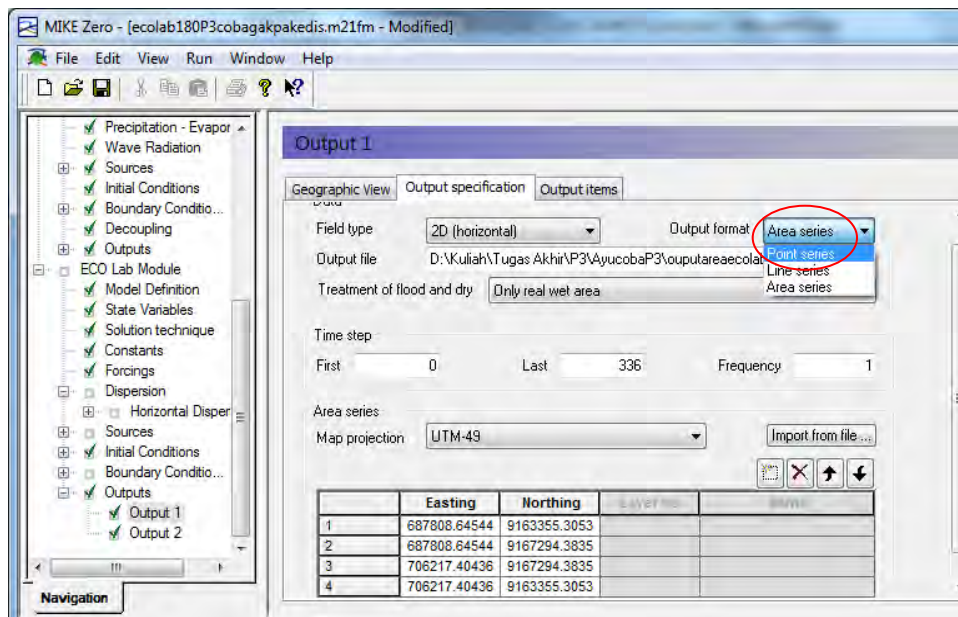
Gambar 3.11 Tampilan Awal ECO Lab Module

Selain itu, parameter kualitas air berdasarkan pengukuran lapangan juga dimasukkan dalam modul ECO Lab ini sebagai inputan.

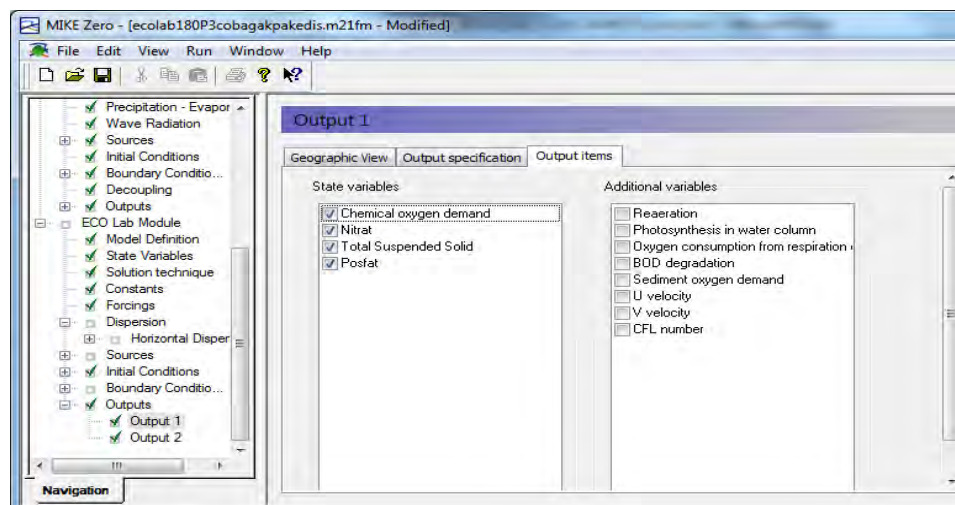


Gambar 3.12 Input Data Parameter Kualitas Air

Selanjutnya untuk menentukan Output yang dihasilkan, maka dapat diatur melalui tab output. Baik simulasi hidrodinamika maupun ECO Lab, penulis menggunakan 2 jenis output, yaitu berupa area dan point. Seperti yang terlihat pada gambar 3.13 dibawah ini, sedangkan untuk memilih variable output yang akan dihasilkan dapat dipilih pada tab output item seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.13 Format-format Output



Gambar 3.14 Output Item Selection

e. Perbandingan Hasil simulasi dengan Peraturan Pemerintah

Hasil output simulasi parameter kualitas air selanjutnya akan di bandingkan hasilnya dengan standar baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah.

4. Analisa data dan pembahasan dilakukan setelah pengolahan data, maka analisa dan pembahasan berlanjut dengan menguraikan semua hasil pengolahan data untuk mencapai tujuan penelitian. Yang meliputi hasil

pengolahan dari pemodelan hidrodinamika, pemodelan parameter kualitas air, dilanjutkan hasil analisa dari output simulasi berdasarkan Peraturan Pemerintah.

5. Penulisan laporan akhir

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

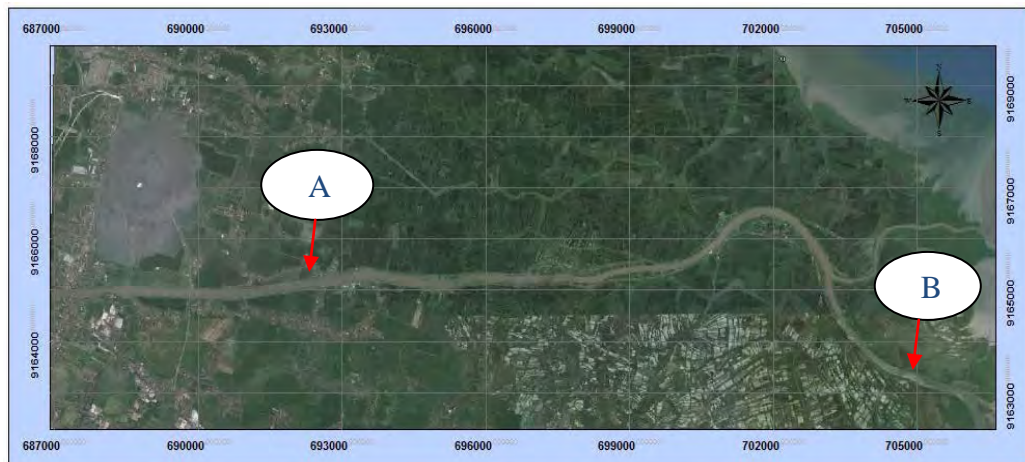
BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Daerah Studi Kali Porong

Kali Porong merupakan anak sungai dari Kali Brantas yang berhulu di Kota Mojokerto (Bendung Lengkon Baru), mengalir ke arah timur dan bermuara di Selat Madura. Nama Porong sebenarnya diambil dari nama sebuah kecamatan yang terletak di ujung selatan Kabupaten Sidoarjo. Secara geografis, Kali Porong terletak antara $112,5^{\circ} - 112,9^{\circ}$ BT dan $7,3^{\circ} - 7,5^{\circ}$ LS.

Akibat terjadinya luapan lumpur Lapindo pada akhir Mei 2006, fungsi Kali Porong menjadi bertambah. Selain menjadi floodway DAS Brantas, Kali Porong juga menjadi sarana pembuangan lumpur ke laut.

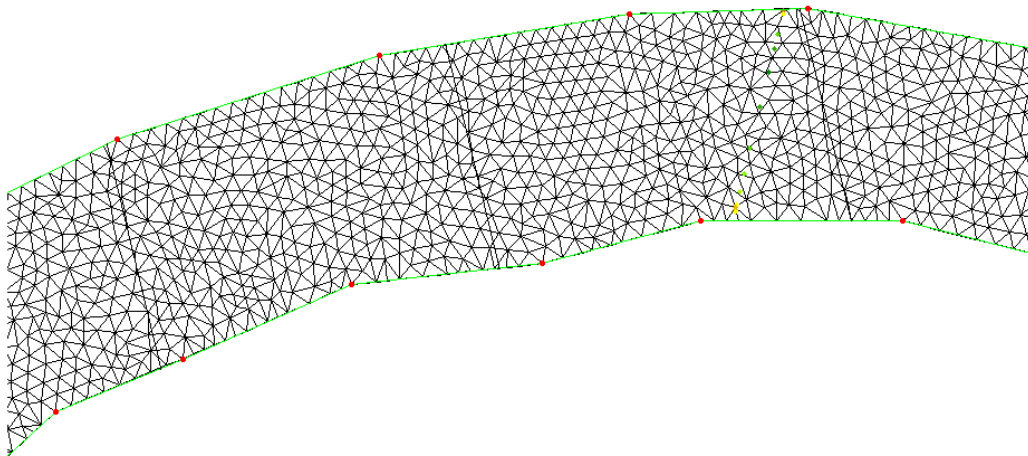


Gambar 4.1 Lokasi Daerah Studi (Google Earth)

Kali Porong mempunyai dua anak sungai yaitu Kali Sadar dengan daerah aliran sungai (DAS) seluas $406,70 \text{ km}^2$ yang bermuara di lokasi KP 100 di Desa Krembung, dan Kali Kambing dengan daerah aliran sungai (DAS) seluas $196,60 \text{ km}^2$ yang bermuara di lokasi KP 148 di Desa Carat (BAPEL-BPLS, 2011). Sedangkan pada penelitian ini, daerah studi terbatas hanya pada KP 180 (A) hingga KP 255 (B). Sehingga untuk Kali Sadar dan Kali Kambing tidak masuk dalam lokasi studi penelitian.

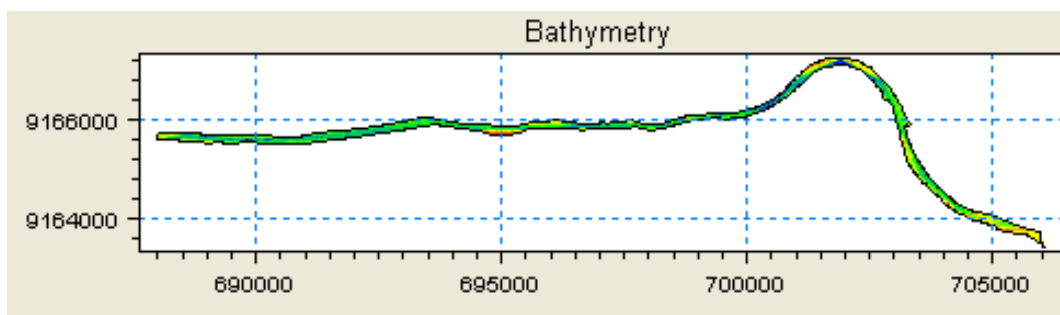
4.2 Model Batimetri

Untuk pemodelan meshing batimetri di lokasi studi (Kali Porong) menggunakan MIKE Zero Mesh Generator.



Gambar 4.2 Grid Pemodelan

Dari gambar diatas dapat terlihat contoh pembagian meshing pada model Kali Porong, garis hijau yang menghubungkan titik-titik merah menunjukkan batas daratan, sedangkan titik-titik yang berada didalam meshing (hijau, kuning, dll) adalah scatter data batimetri yang menunjukkan kedalaman sungai. Dan gambar 4.3 merupakan hasil dari meshing batimetri.



Gambar 4.3 Hasil Meshing Batimetri

4.3 Simulasi Hidrodinamika

Setelah meshing batimetri lokasi studi selesai, langkah berikutnya yaitu melakukan simulasi hidrodinamika. Simulasi hidrodinamika ini berguna untuk mengetahui sirkulasi aliran di daerah studi. Di dalam simulasi ini, dilakukan pendefinisian kondisi batas (Boundary Condition) pada model. Di dalam kondisi batas ini akan di beri beberapa inputan pada setiap batas model.



Gambar 4.4 Lokasi Kondisi Batas

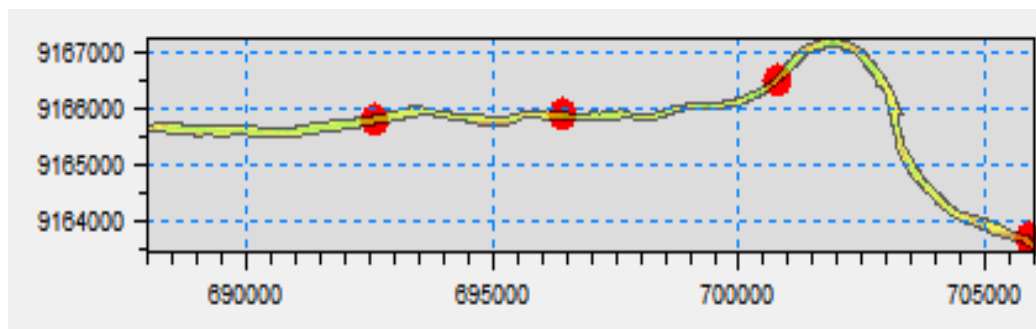
Code 2 merupakan kondisi batas hilir yang diberi inputan berupa debit sungai yang mengalir ke Kali Porong. Code 3 adalah kondisi batas percabangan menuju muara, yang diberi inputan berupa pasang surut air laut. Inputan di Code 3 sama dengan inputan di Code 4, dimana code 4 adalah daerah muara. Selain itu dalam simulasi hidrodinamika terdapat beberapa inputan lain, yaitu :

- Time step interval : 3600s
- Time step : 336
- Temperatur : 25 °C
- Initial water surface elevation : 1.8 m
- Density : Barotropic
- Bed resistance : 32 (Manning Number)
- Data Angin

4.4 Hasil pemodelan pada Simulasi Hidrodinamika

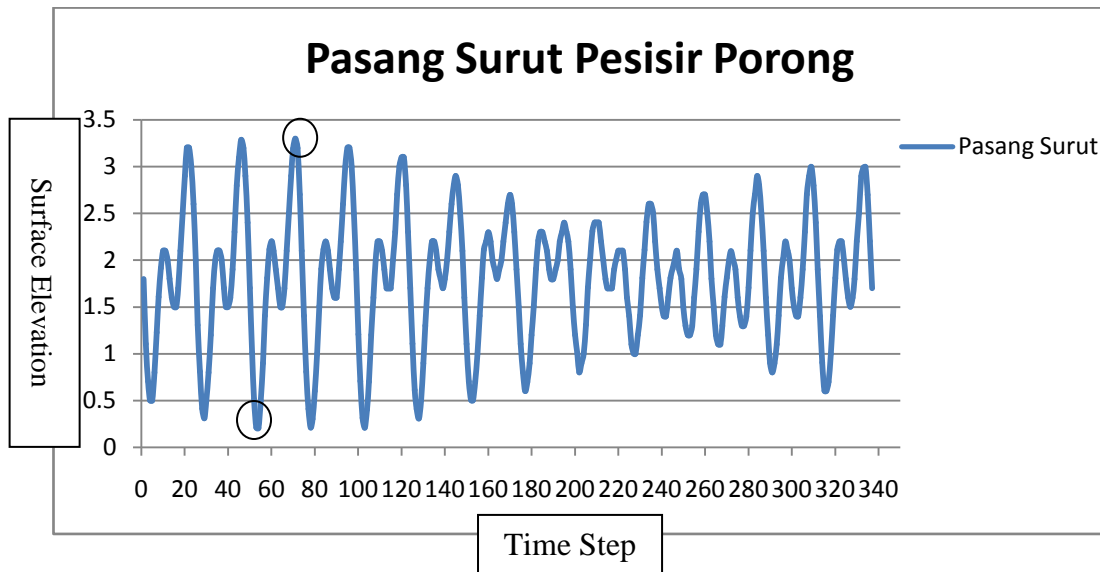
Output Data yang dipilih pada simulasi hidrodinamika ini adalah output point. Untuk output point telah diambil 4 titik point yang mana setiap point merupakan titik sampel dalam 2 kondisi yaitu pasang dan surut. Dimana Point 1 terletak di dekat pipa pembuangan, Point 2 dan Point 3 berada di badan sungai sedangkan Point 4 terletak di dekat muara sungai. Secara geografis, lokasi 3 titik sebagai berikut :

- Point 1 = 692600 m Easting, 9165800 m Northing
- Point 2 = 696400 m Easting, 9165900 m Northing
- Point 3 = 700800 m Easting, 9166500 m Northing
- Point 4 = 705900 m Easting, 9163690 m Northing



Gambar 4.5 Lokasi 4 Titik

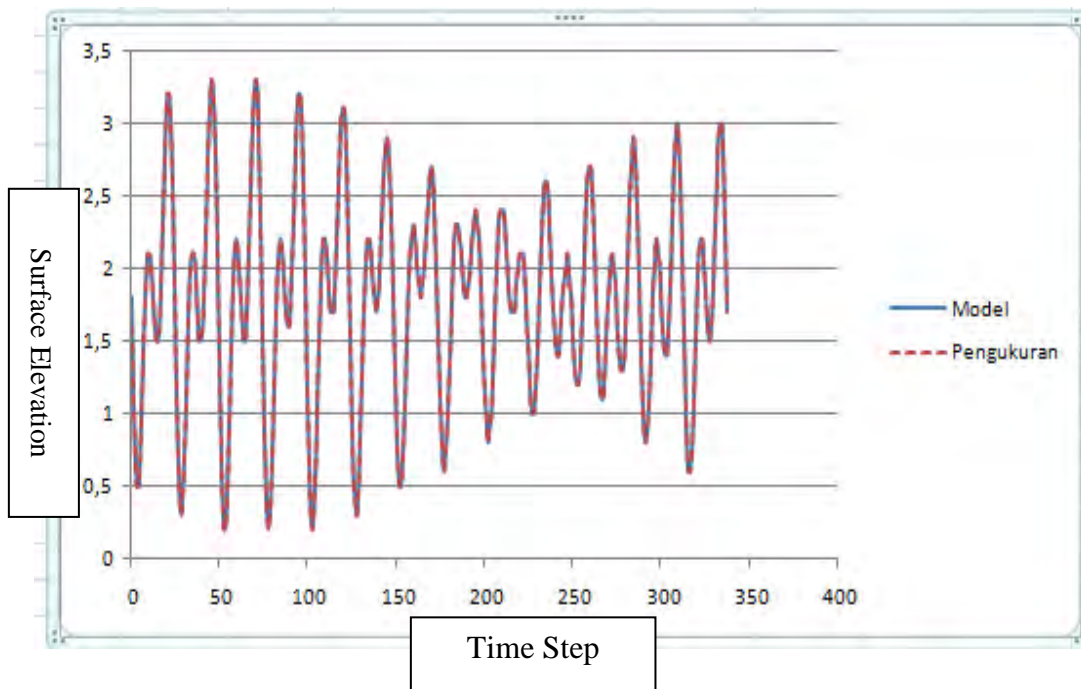
Dalam pemodelan ini, terdapat 2 kondisi yaitu pasang dan surut. Kondisi pasang tertinggi terdapat di time step 70 pada pukul 22.00 tanggal 3 Desember 2009 dengan muka air mencapai 3,29 m. Sedangkan kondisi surut terendah terdapat di time step 53 pada pukul 05.00 tanggal 3 Desember 2009 dengan muka air mencapai 0,21 m. Seperti yang dapat dilihat dari gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Grafik Pasang Surut

4.5 Validasi Model

Adapun untuk validasi model ini akan dilakukan kalibrasi agar diketahui apakah model yang dibuat telah cukup merepresentasikan lapangan secara nyata. Dalam validasi ini, data pasang surut hasil pemodelan akan dikalibrasi dengan data pasang surut hasil pengukuran di lapangan. Untuk data sekunder didapatkan dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh BMKG. Dari gambar grafik berikut dapat dilihat hasil kalibrasi dari pasang surut yang dihasilkan dari pemodelan tidak jauh berbeda dengan pasang surut hasil pengukuran, *error* yang terjadi tidak terlalu besar, yakni sebesar 1,1 %. Hal ini membuktikan bahwa hasil pemodelan cukup untuk membuktikan kondisi sebenarnya.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan pasang surut

4.6 Simulasi EcoLab

Untuk mengetahui pola penyebaran dari kualitas air maka diperlukannya simulasi pemodelan kualitas air menggunakan modul ecolab, dimana hasil dari output dari modul hidrodinamika juga akan dijadikan inputan dalam modul ecolab. Terdapat beberapa inputan lainnya yang juga berperan penting dalam simulasi ecolab ini, yaitu nilai konsentrasi COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS dari hasil pengukuran. Dan berikut ini merupakan nilai konsentrasi COD, Nitrat, Fosfat, dan TSS pada *Initial Condition* :

COD = 34 mg/L

Nitrat = 3,93 mg/L

Fosfat = 0,24 mg/L

TSS = 470 mg/L

4.7 Hasil dan Analisa Kualitas Air dengan Modul ECO Lab

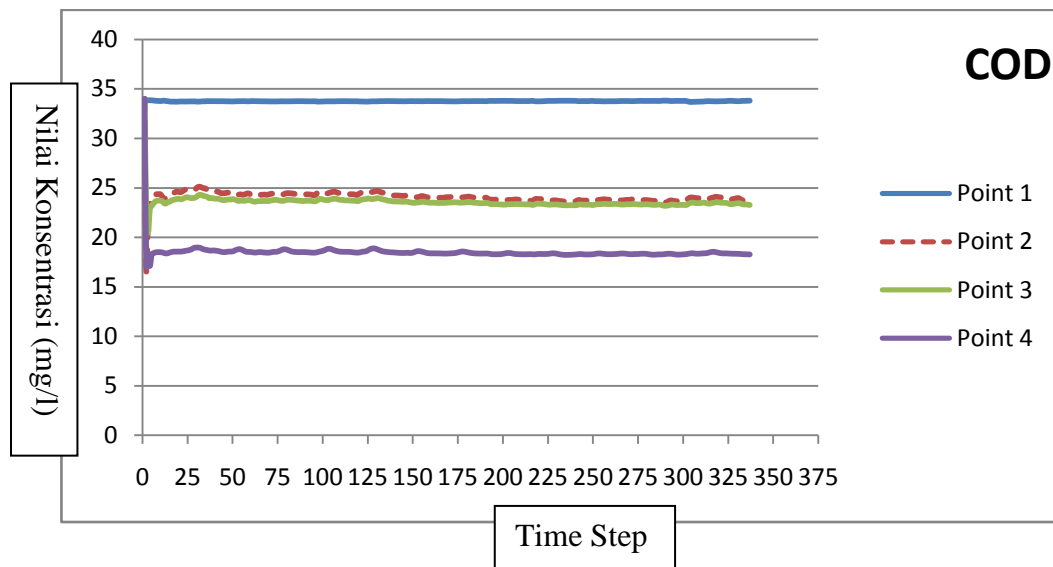
Pola penyebaran dari parameter kualitas air dipengaruhi oleh pasang surut dan debit. Tabel 4.1 merupakan rangkuman hasil 4 titik tinjauan.

No	Parameter Kualitas Air	Pasang Tertinggi				Surut Terendah			
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
1	COD (mg/L)	33,74	24,33	23,66	18,46	33,76	24,31	23,69	18,8
2	Nitrat (mg/L)	3,67	2,735	3,16	11,37	3,69	2,74	3,16	10,93
3	Fosfat (mg/L)	0,074	0,135	0,15	0,035	0,077	0,135	0,151	0,027
4	TSS (mg/L)	469,7	245,8	136,3	60,14	469,7	245,2	136,8	68,53

Tabel 4.1 Hasil simulasi di 4 titik tinjauan

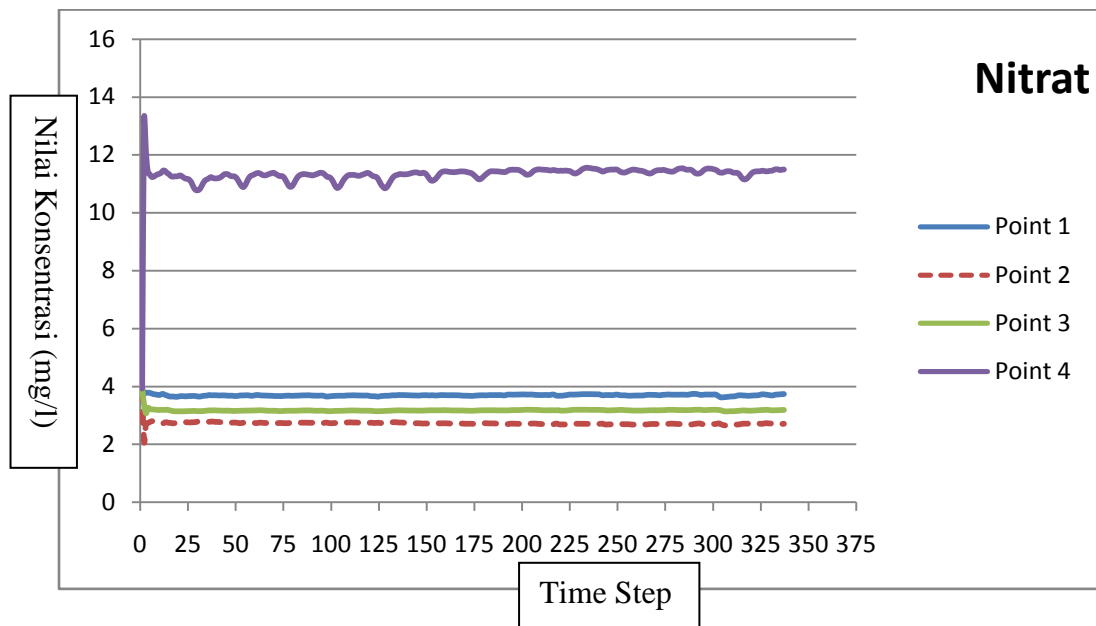
Kondisi pasang tertinggi terdapat di time step 70 pada pukul 22.00 tanggal 3 Desember 2009 dan kondisi surut terendah terdapat di time step 53 pada pukul 05.00 tanggal 3 Desember 2009 . Dengan nilai konsentrasi COD dan TSS paling besar terletak di dekat pipa pembuangan, untuk nitrat paling besar terletak di muara, sedangkan untuk Fosfat paling besar terletak di tengah-tengah badan sungai.

Berikut ini adalah grafik dari hasil pemodelan kualitas air selama 336 hari :



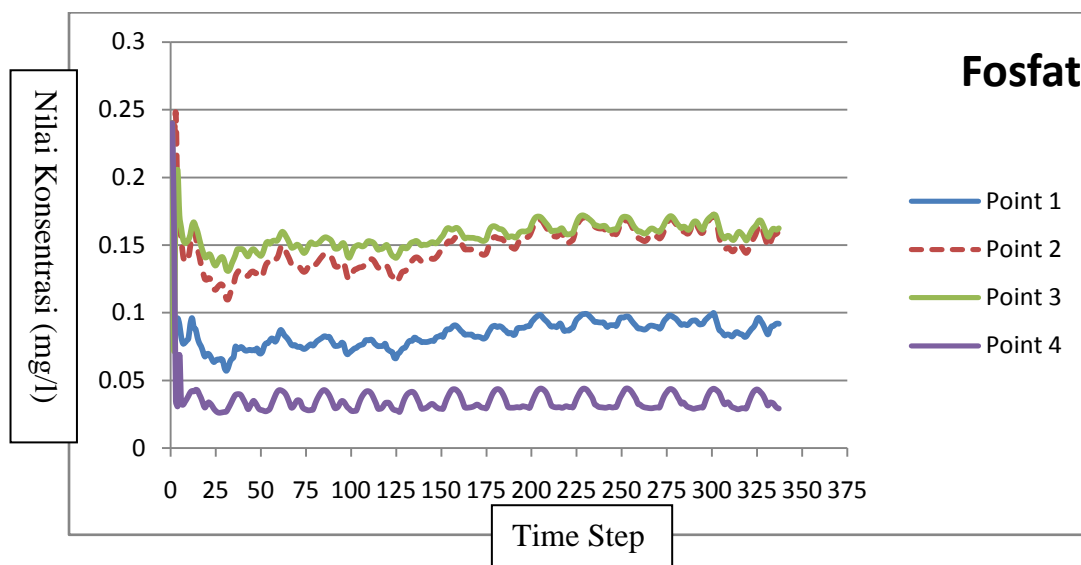
Gambar 4.8 Grafik COD

Dari Point 1 hingga ke point-point berikutnya terlihat mengalami penurunan nilai konsentrasi. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai konsentrasi COD di titik dekat pembuangan masih memiliki konsentrasi besar, sedangkan semakin menuju ke badan sungai hingga ke muara konsentrasi semakin mengecil.



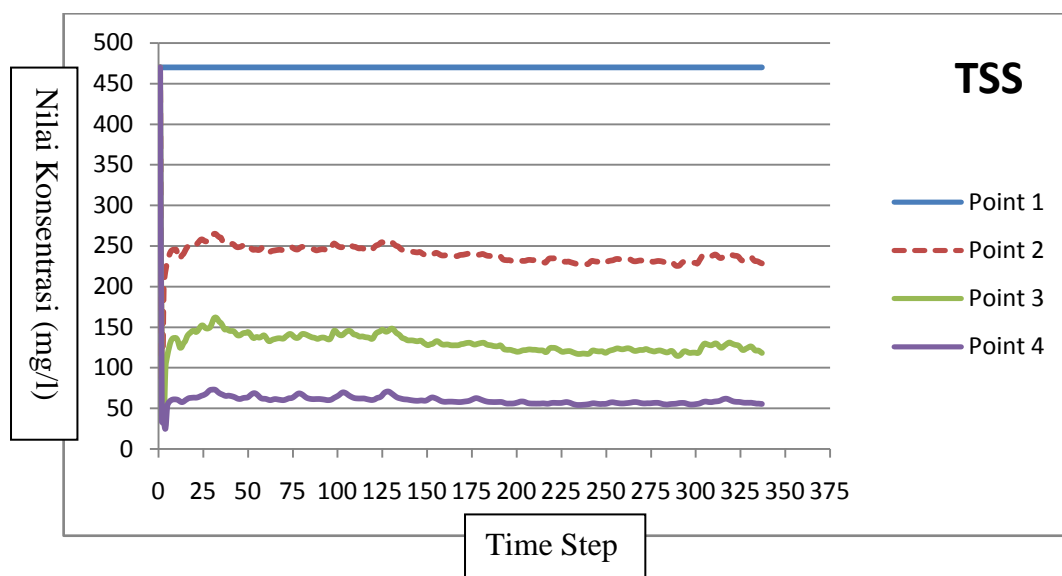
Gambar 4.9 Grafik Nitrat

Untuk grafik konsentrasi nitrat diatas, nilai konsentrasi di Point 1 hingga ke Point ke 2 terlihat menurun, sedangkan untuk di point 3 hingga point 4 terlihat kembali mengalami kenaikan konsentrasi. Yang dapat diartikan bahwa nilai konsentrasi di titik dekat pembuangan hingga ke tengah badan sungai mengalami penurunan dan tampak tidak lebih besar dibandingkan nilai konsentrasi di titik muara.



Gambar 4.10 Grafik Fosfat

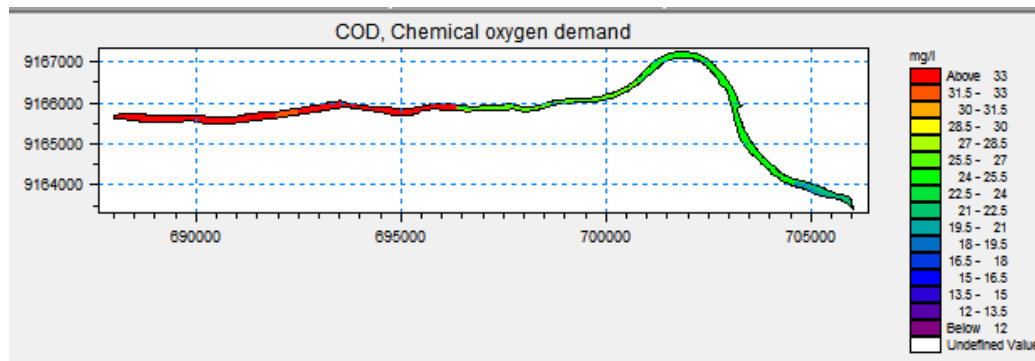
Pada gambar grafik 4.9, di point 1 hingga point 3 tampak mengalami kenaikan nilai konsentrasi, sedangkan di point ke 4 nilai konsentrasi terlihat mengalami penurunan drastis. Sehingga dapat diartikan pada titik pembuangan hingga badan sungai, nilai konsentrasi masih besar. Namun di titik muara, nilai konsentrasi Fosfat menjadi kecil.



Gambar 4.11 Grafik TSS

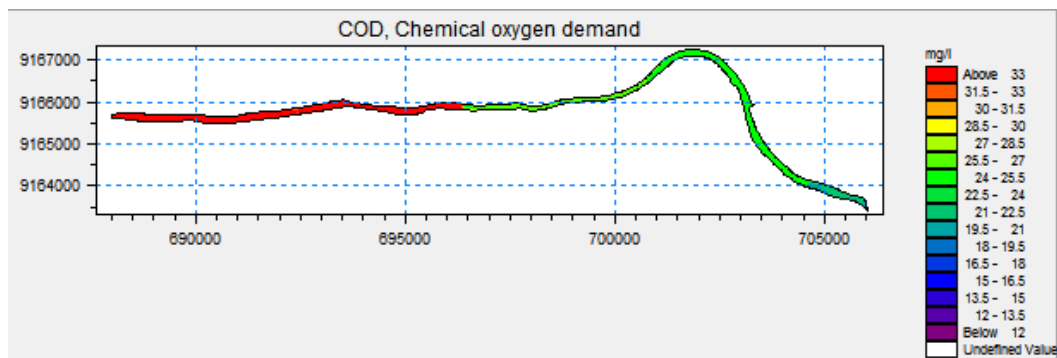
Pada grafik nilai konsentrasi TSS diatas, tampak di point 1 hingga point ke 4 mengalami penurunan nilai konsentrasi. Sehingga dapat di jelaskan bahwa nilai konsentrasi di titik dekat pembuangan hingga ke muara semakin mengecil.

Selain analisa pola sebaran dengan output point, dilakukan juga analisa pola sebaran dengan output area, dimana dapat dilihat pola penyebaran dari parameter kualitas air dalam bentuk 2D. Yang dapat dilihat pada gambar 4.12 hingga gambar 4.19 untuk kondisi pasang tertinggi maupun surut terendah. Besar nilai konsentrasi pada output area ini disimbolkan oleh warna-warna yang terdapat di samping gambar meshing batimetri yang menggambarkan pola sebaran dari parameter kualitas air.



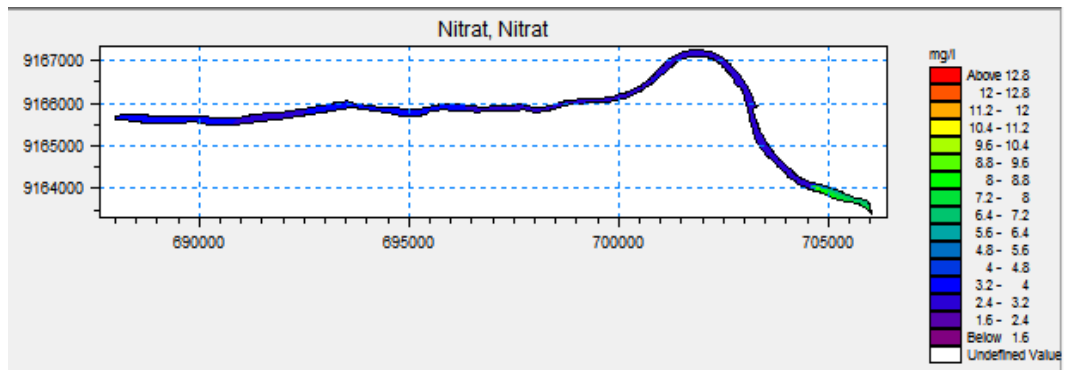
Gambar 4.12 Pola sebaran COD untuk kondisi pasang tertinggi

Pada kondisi pasang tertinggi, nilai konsentrasi COD terlihat cukup besar di daerah batas hilir hingga ke tengah badan sungai. Namun pada tengah badan sungai ke muara nilai konsentrasi COD mulai menurun. Hal ini dapat dilihat dari warna merah di daerah batas hilir hingga tengah badan sungai, sedangkan warna hijau di tengah badan sungai hingga muara.



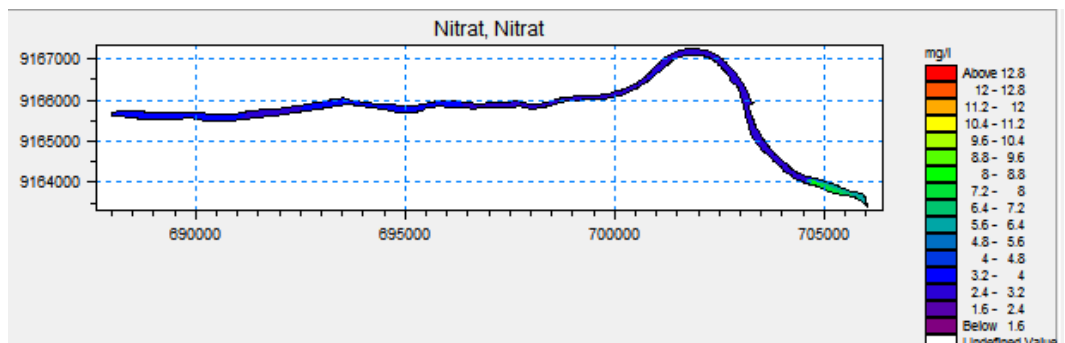
Gambar 4.13 Pola sebaran COD untuk kondisi surut terendah

Untuk kondisi surut terendah, ternyata nilai konsentrasi COD juga tidak terpaut jauh dengan kondisi pasang tertinggi. Hanya saja nilai konsentrasi COD di kondisi surut terendah sedikit lebih tinggi dibandingkan kondisi pasang tertinggi.



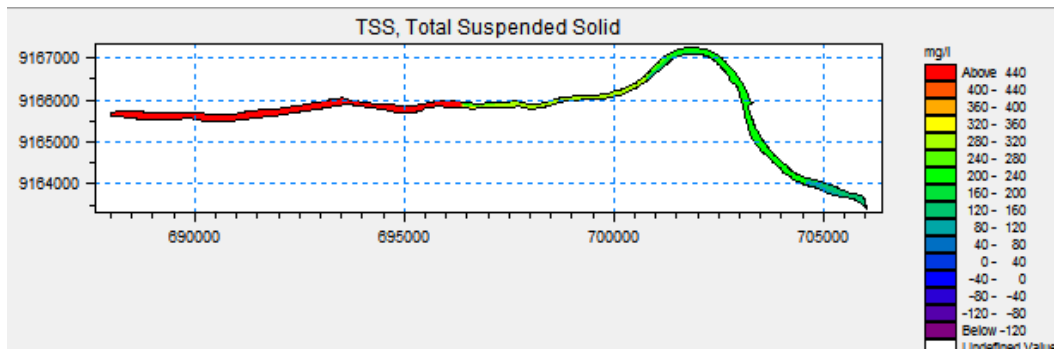
Gambar 4.14 Pola sebaran Nitrat untuk kondisi pasang tertinggi

Pada kondisi pasang tertinggi, nilai konsentrasi Nitrat tidak begitu besar di sepanjang sungai, tetapi di daerah dekat muara nilai konsentrasi Nitrat terlihat meningkat. Hal ini dapat dilihat dari warna biru di sepanjang sungai, namun perubahan warna biru menjadi warna hijau juga terjadi di dekat muara.



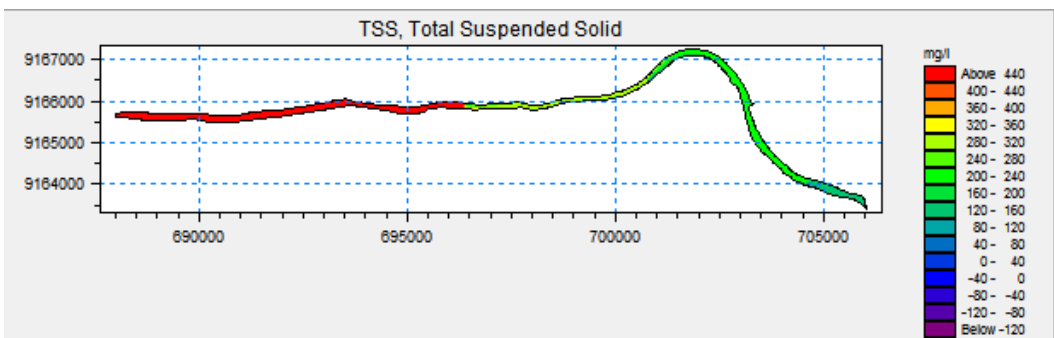
Gambar 4.15 Pola sebaran Nitrat untuk kondisi surut terendah

Untuk kondisi surut terendah, ternyata nilai konsentrasi Nitrat juga tidak terpaut jauh dengan kondisi pasang tertinggi. Hanya saja nilai konsentrasi Nitrat di kondisi surut terendah sedikit lebih tinggi dibandingkan kondisi pasang tertinggi.



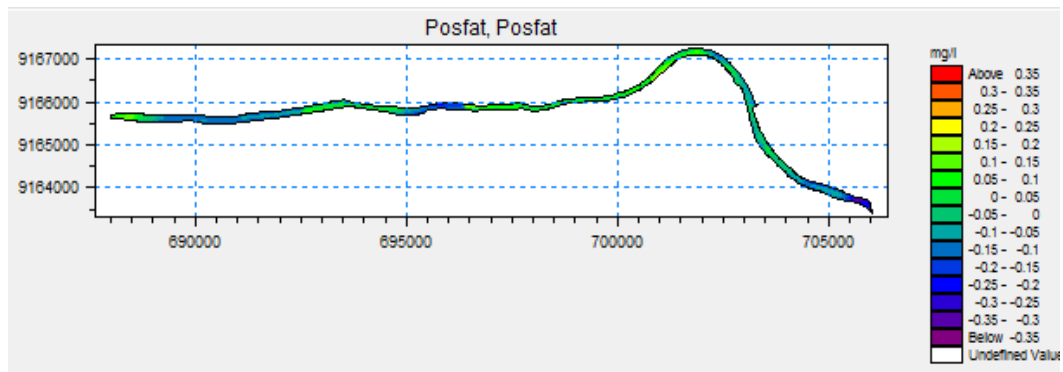
Gambar 4.16 Pola sebaran TSS untuk kondisi pasang tertinggi

Pada kondisi pasang tertinggi, nilai konsentrasi TSS terlihat cukup besar di daerah hilir hingga ke tengah badan sungai. Namun nilai konsentrasi TSS mulai menurun pada tengah badan sungai menuju muara. Yang dapat dilihat dari perubahan warna merah menjadi warna hijau di tengah-tengah badan sungai.



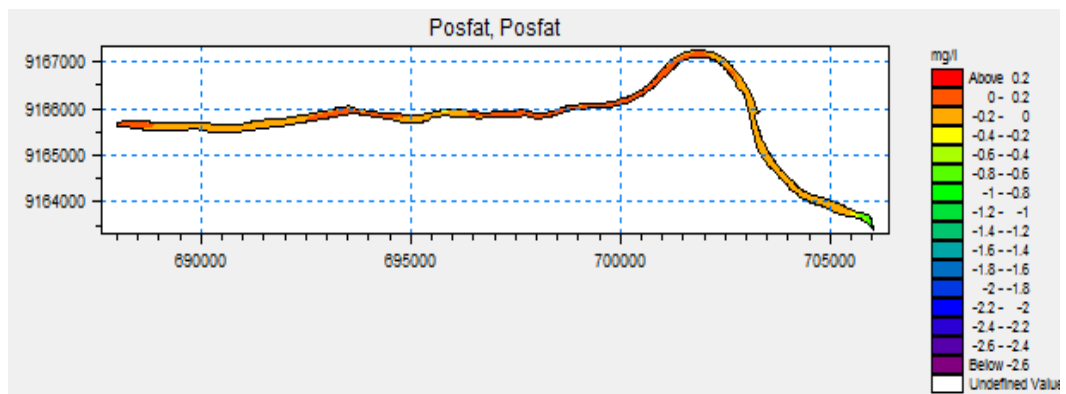
Gambar 4.17 Pola sebaran TSS untuk kondisi surut terendah

Untuk kondisi surut terendah, ternyata nilai konsentrasi TSS juga tidak terpaud jauh dengan kondisi pasang tertinggi. Hanya saja nilai konsentrasi TSS di kondisi surut terendah sedikit lebih tinggi dibandingkan kondisi pasang tertinggi.



Gambar 4.18 Pola sebaran Fosfat untuk kondisi pasang tertinggi

Pada kondisi pasang tertinggi, nilai konsentrasi Fosfat terlihat naik turun di sepanjang badan sungai hingga menuju muara. Namun nilai konsentrasinya terlihat kecil. Warna hijau dan biru tampak terlihat bergantian di sepanjang sungai hingga menuju muara.



Gambar 4.19 Pola sebaran Fosfat untuk kondisi surut terendah

Pola sebaran Fosfat di kondisi surut terendah didominasi oleh warna oranye dan kuning. Yang artinya nilai konsentrasi terlihat sedikit lebih besar di bandingkan kondisi di pasang tertinggi, walaupun di daerah menuju muara terlihat sedikit penurunan nilai konsentrasi.

4.8 Analisa Parameter Kualitas Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah

Terdapat beberapa Peraturan Pemerintah yang mengatur tentang pencemaran air maupun kualitas air di daerah sungai. Salah satunya yaitu Peraturan

Pemerintah 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang di dalamnya terdapat standar baku mutu air berdasarkan kelas air sungai. Karena lokasi studi yang diambil pada penelitian ini terletak di sekitar Kecamatan Porong hingga muara. Maka berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim No 61 Tahun 2010, Kali Porong termasuk sungai kelas III.

Dari hasil simulasi parameter kualitas air pada modul ECO Lab selama 336 hari dapat dilihat distribusi parameter kualitas air maupun pola penyebarannya untuk selanjutnya akan dianalisa berdasarkan Peraturan Pemerintah 82 tahun 2001. Seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Parameter Kualitas Air	Standar Baku Mutu	Pasang Tertinggi				Surut Terendah			
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
COD (mg/L)	50	33,74	24,33	23,66	18,46	33,76	24,31	23,69	18,8
Nitrat (mg/L)	20	3,67	2,735	3,16	11,37	3,69	2,74	3,16	10,93
Fosfat (mg/L)	1	0,07	0,135	0,15	0,035	0,07	0,135	0,15	0,027
TSS (mg/L)	400	469,7	245,8	136,3	60,14	469,7	245,2	136,8	68,53

Tabel 4.2 Hasil Analisa Parameter Kualitas Air berdasarkan Peraturan Pemerintah

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa untuk COD, Nitrat, dan Fosfat di Point 1,2,3,dan 4 saat kondisi pasang tertinggi maupun surut terendah tidak melebihi standar baku mutu air. Namun untuk TSS di point 1 pada kondisi pasang tertinggi maupun surut terendah terlihat melebihi standar baku mutu air. Hanya saja di point berikutnya yaitu point 2,3, dan 4 TSS mengalami penurunan nilai konsentrasi yang tidak melebihi standar baku mutu. Hal ini memperlihatkan bahwa tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat pembuangan lumpur Lapindo tidak terlalu besar untuk COD, Nitrat, Fosfat karena tidak melebihi standar baku mutu. Sedangkan untuk TSS pun hanya titik di dekat pipa pembuangan yang nilai konsentrasinya melebihi standar baku mutu, untuk di titik selanjutnya hingga muara sungai terlihat aman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Kondisi pasang tertinggi terdapat pada time step 70 dengan muka air mencapai 3,29 m. Sedangkan kondisi surut terendah terdapat pada time step 53 dengan muka air mencapai 0,21 m.
2. Pola sebaran dari parameter kualitas air dipengaruhi oleh variasi debit dan tinggi rendahnya pasang surut. Untuk COD di pipa dekat pembuangan menuju muara mengalami penurunan nilai konsentrasi dengan konsentrasi sekitar 18 mg/L – 33, 74 mg/L. Untuk Nitrat mengalami naik turun nilai konsentrasi sepanjang badan sungai, namun mengalami kenaikan nilai konsentrasi di muara dengan konsentrasi sekitar 2 mg/L – 11,37 mg/L. Untuk Fosfat mengalami kenaikan nilai konsentrasi hingga point 3 (badan sungai) namun mengalami penurunan nilai konsentrasi kembali di muara dengan nilai konsentrasi sekitar 0,07 mg/L – 0,15 mg/L. Sedangkan untuk TSS dari dekat pipa pembuangan hingga muara mengalami penurunan nilai konsentrasi dengan nilai konsentrasi sekitar 68, 53 mg/L – 469, 7 mg/L.
3. Hasil simulasi parameter kualitas air selama 336 hari yang dianalisa berdasarkan Peraturan Pemerintah 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air membuktikan bahwa tingkat pencemaran air di Kali Porong akibat pembuangan lumpur Lapindo tidak terlalu besar untuk COD, Nitrat, Fosfat di sepanjang badan sungai hingga muara bahkan masih dapat dikatakan aman. Sedangkan untuk TSS hanya titik di dekat pipa pembuangan yang nilai konsentrasinya melebihi standar baku mutu, untuk di titik selanjutnya hingga muara sungai terlihat aman.

5.2 Saran

1. Dapat melakukan simulasi dengan waktu yang lebih lama
2. Melakukan studi lebih lanjut mengenai kualitas air di Kali Porong akibat buangan lumpur Lapindo dengan model lain.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pelaksana-Badan Penanggulangan Lumpur Lapindo (BAPEL-BPLS).
2011. **Peranan Kali Porong Dalam Mengalirkan Lumpur Sidoarjo ke Laut.**
- DetikNews, 15 Oktober 2008. Pembuangan lumpur ke Kali Porong (news.detik.com)
- Hendrawati, Prihadi, Tri.H., Rohmah, Nuni.N. 2007. **Analisis Kadar Phosfat dan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau akibat Rembesan Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur.** UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Herawati, Niniek. 2007. **Analisa Risiko Lingkungan Aliran Air Lumpur Lapindo ke Badan Air.** Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2004. **Pengendalian Pencemaran Air.** Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2006. **Buku Putih LUSI – Draft 2,** Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 42 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak Dan Gas Serta Panas Bumi.
- Keputusan Presiden Republik Indonesia pada Sidang Kabinet Paripurna tanggal 27 September 2006
- Manampiring, Aaltje.P. (2009). **Studi Kandungan Nitrat (NO₃) pada Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon.** Departemen Pendidikan Nasional RI. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Merzouki, M., Delgenes, J.P., Bernet, N., Moletta, R., and Benlemlih, M. 1999. **Polyphosphate Accumulating and Denitrifying Bacteria Isolated from Anaerobic- Anoxic and Anaerobic-Aerobic Sequencing Batch Reactors.** *Current Microbiology*. **38** : 9–17.
- MIKE 21 DHI, 2007.
- Mukhtasor. 2008. **Pengantar Ilmu Lingkungan.** ITS Press : Surabaya.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 Tentang Penetapan Kelas Air Pada Air Sungai.

PP 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Ridasmika. 2007. **Studi Pemodelan Kualitas Air Di Pesisir Timur Sidoarjo Akibat Masuknya Air Lumpur Porong Melalui Perpipaan Ke Laut.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Surabaya.

Rudolph, M.L., Karlstrom, L. And Manga, M. 2011. **A prediction of the longevity of the Lusi mud eruption, Indonesia.** Earth Planetary Science Letters, 308, 124-130.

Rumiati, T. 2007. **Analisa resiko terhadap hasil prediksi aspek 5 tahun (Risk analysis of technical aspek of 5-year prediction results).** Report published by Department of the Environment and Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, August.

Wardhana, W.A. 1995. **Dampak Pencemaran Lingkungan.** Penerbit Andi Offset. Jogjakarta.

Weny. 2013. **Analisa Transport Sedimen dan Perubahan Morfologi Kali Porong Akibat Buangan Lumpur Sidoarjo (Lusi), Jawa Timur.** Thesis Program Magister Bidang Keahlian Teknik Dan Manajemen Pantai. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Surabaya.

Yuniar, Devvy W., Suharso, Tunjung W., Prayitno, G. 2010. **Arahan Pemanfaatan Ruang Pesisir Terkait Pencemaran Kali Porong.** Jurnal Tata Kota dan Daerah, Vol. 2 No.2 Desember 2010.

LAMPIRAN A

1. Data Lapangan Parameter Kualitas Air di Dekat Pipa Pembuangan

Parameter Kualitas Air	Nilai Konsentrasi
COD	34 mg/l
Nitrat	3,93 mg/l
Fosfat	0,24 mg/l
TSS	470 mg/l

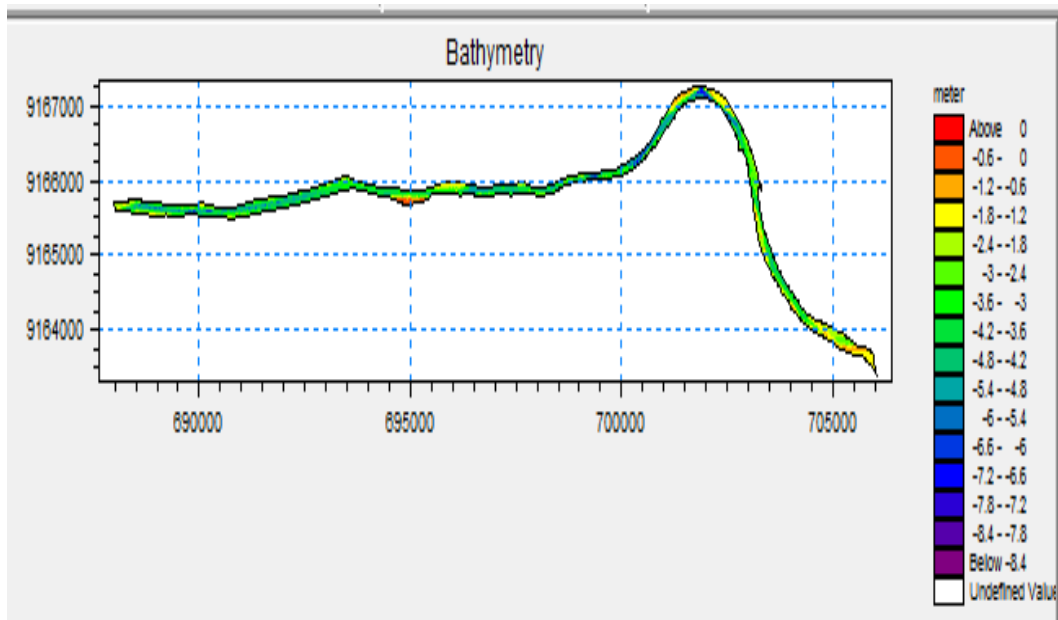
2. Data Lapangan Parameter Kualitas Air Sebelum Pipa Pembuangan

Parameter Kualitas Air	Nilai Konsentrasi
COD	40,00 mg/l
Nitrat	0,00 mg/l
Fosfat	0,43 mg/l
TSS	106 mg/l

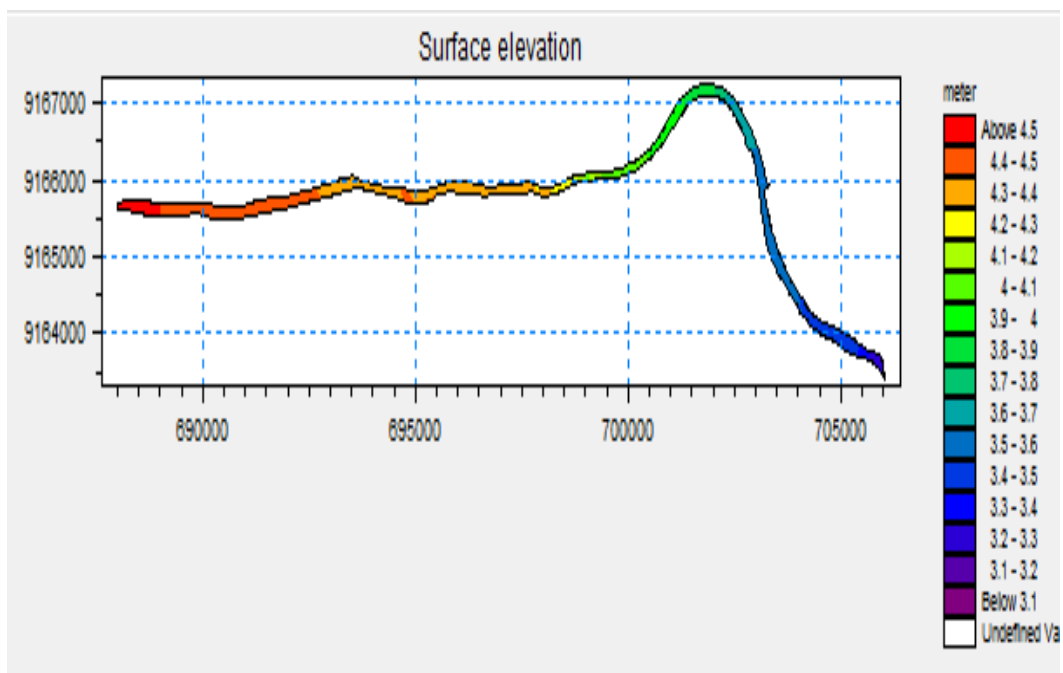
*Data diambil saat musim kemarau

LAMPIRAN B

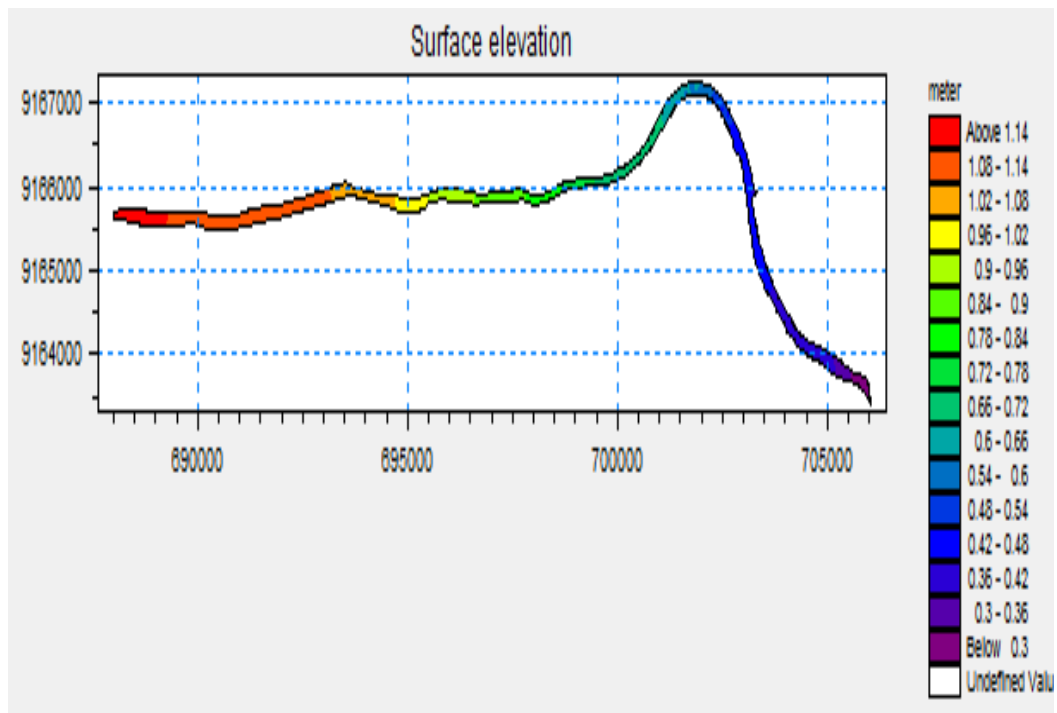
3. Model Batimetri Derah Studi



4. Model Hidrodinamika Kondisi Pasang Tertinggi



5. Model Hidrodinamika Kondisi Surut Terendah

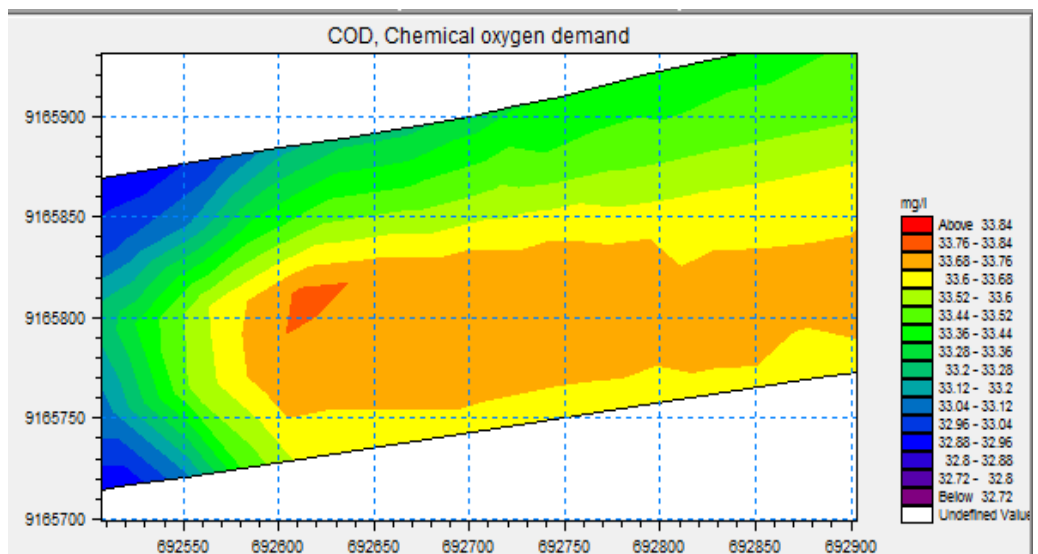


6. Pola Sebaran Parameter Kualitas Air

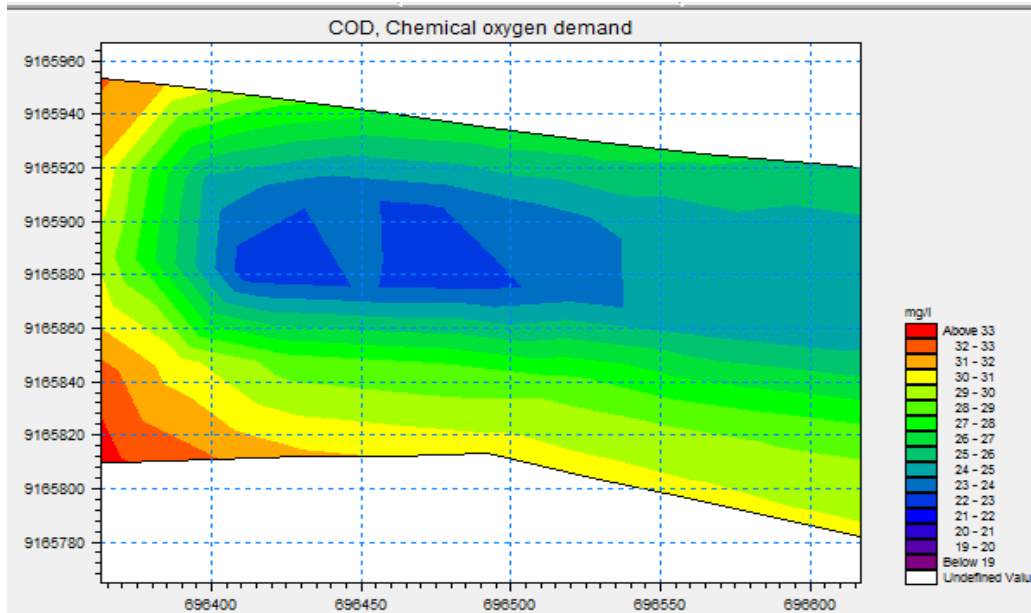
Kondisi Pasang Tertinggi

COD

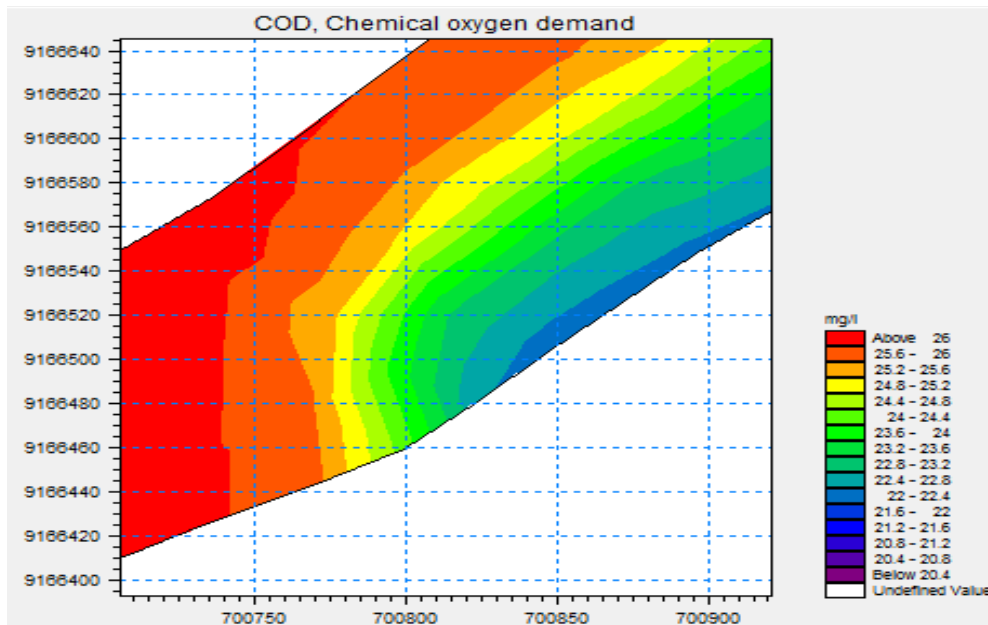
- Point 1



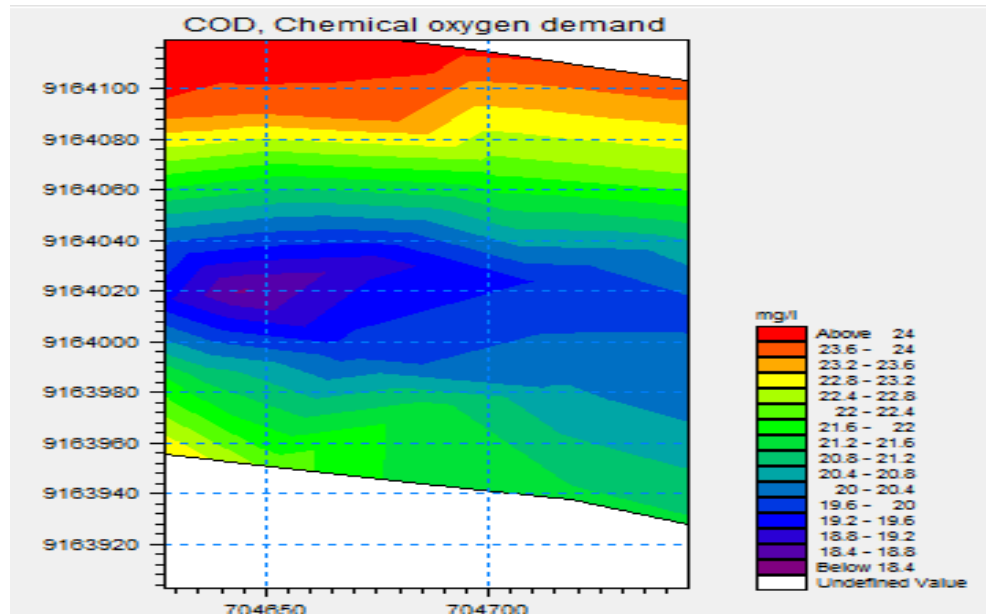
- Point 2



- Point 3

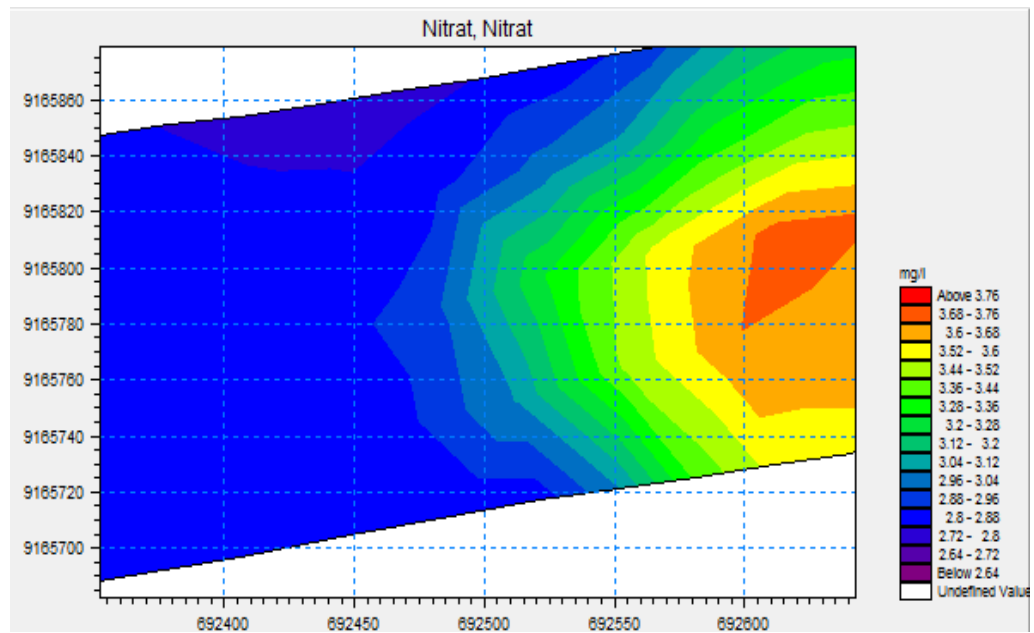


- Point 4

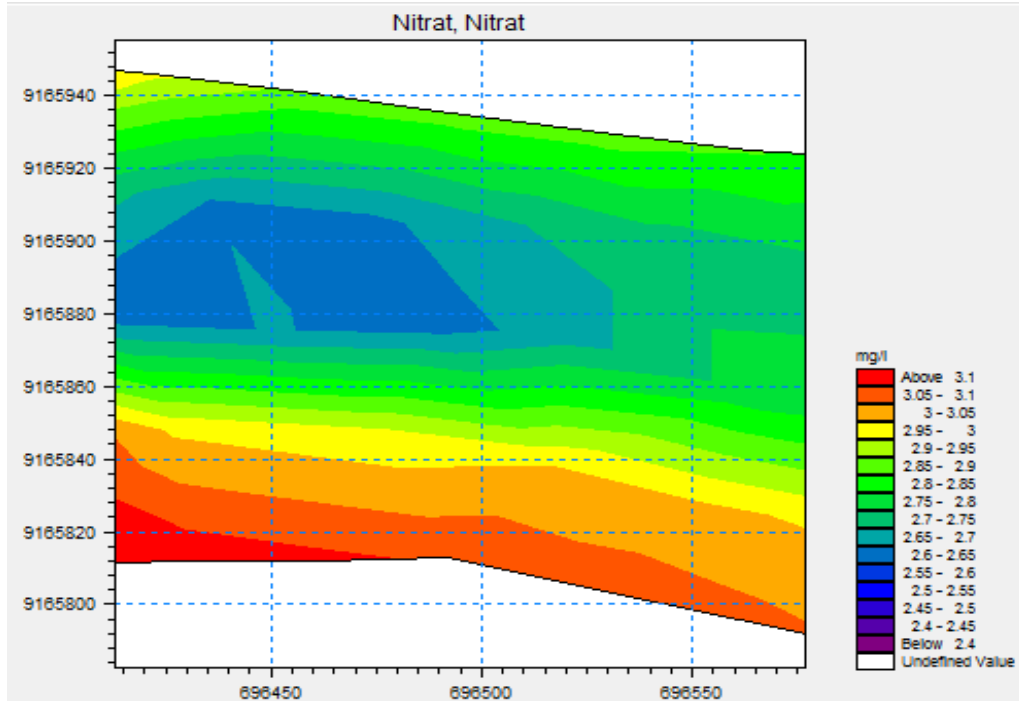


Nitrat

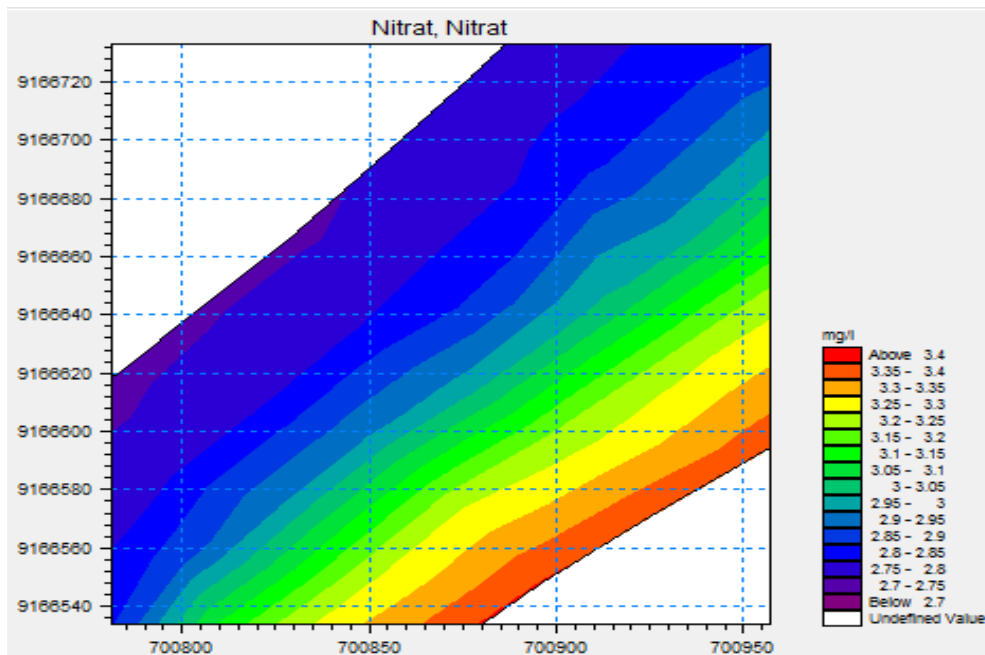
- Point 1



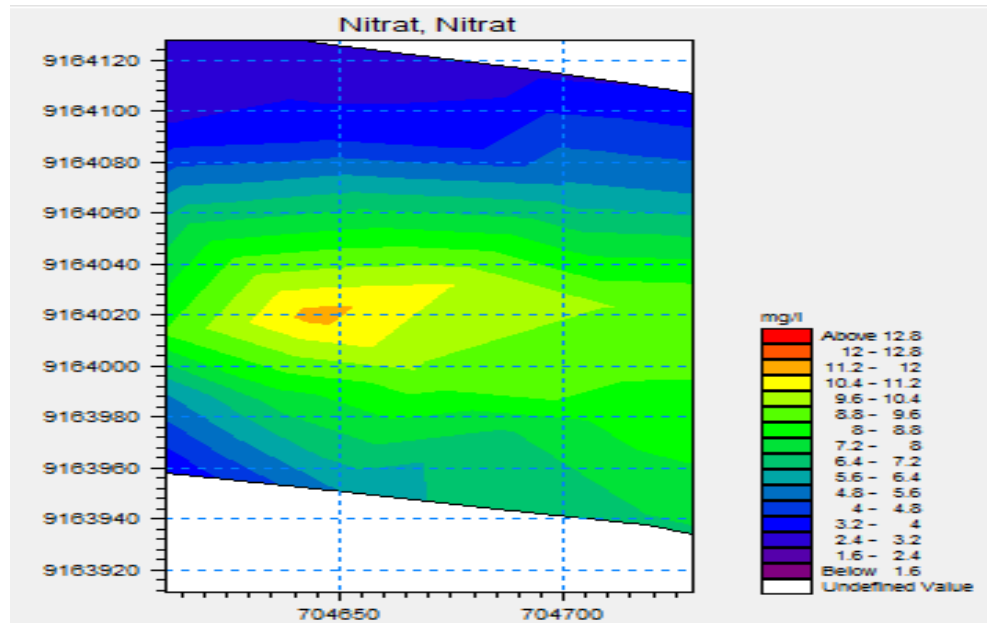
- Point 2



- Point 3

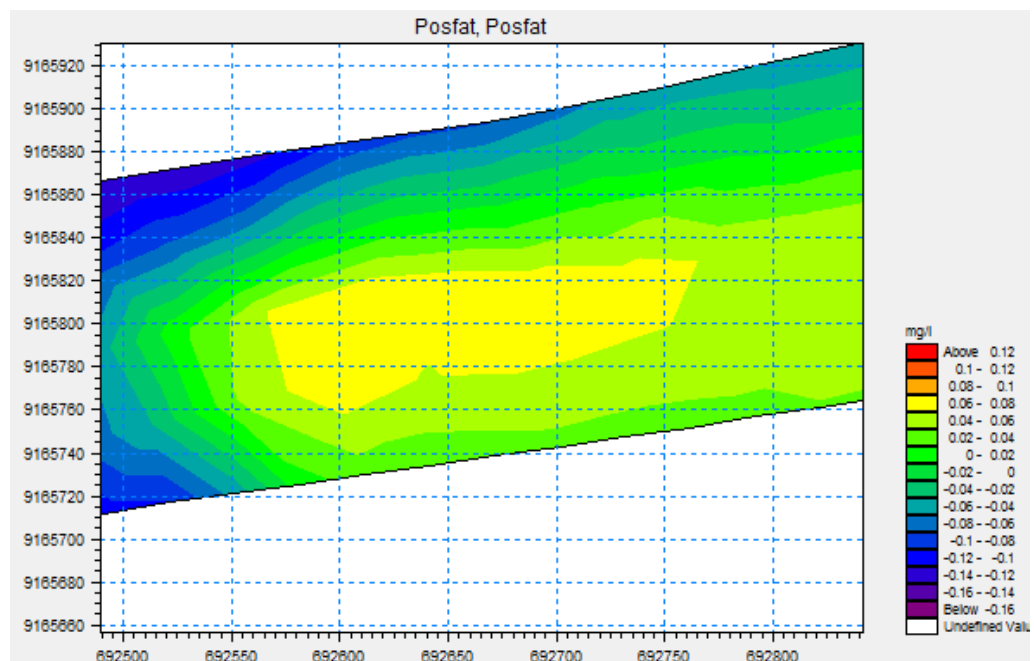


- Point 4

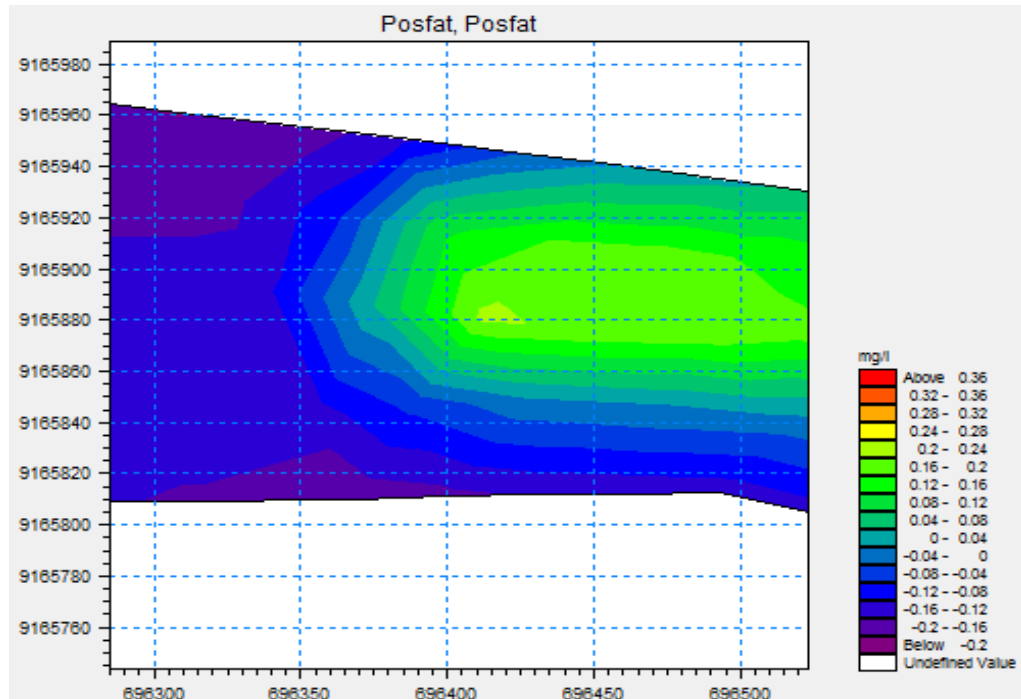


Fosfat

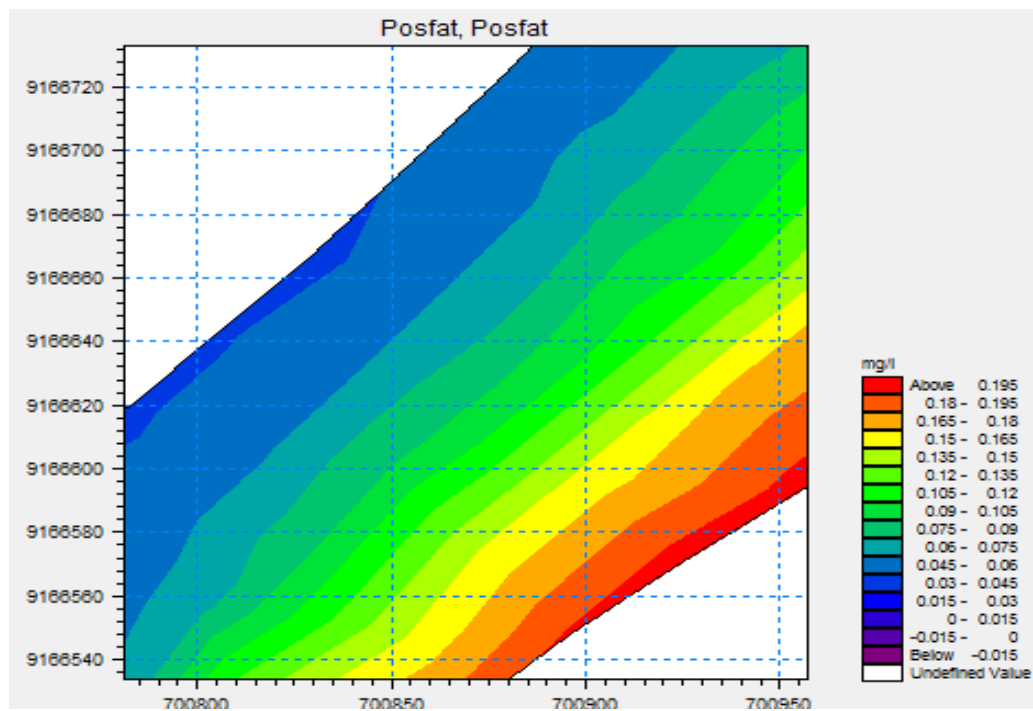
- Point 1



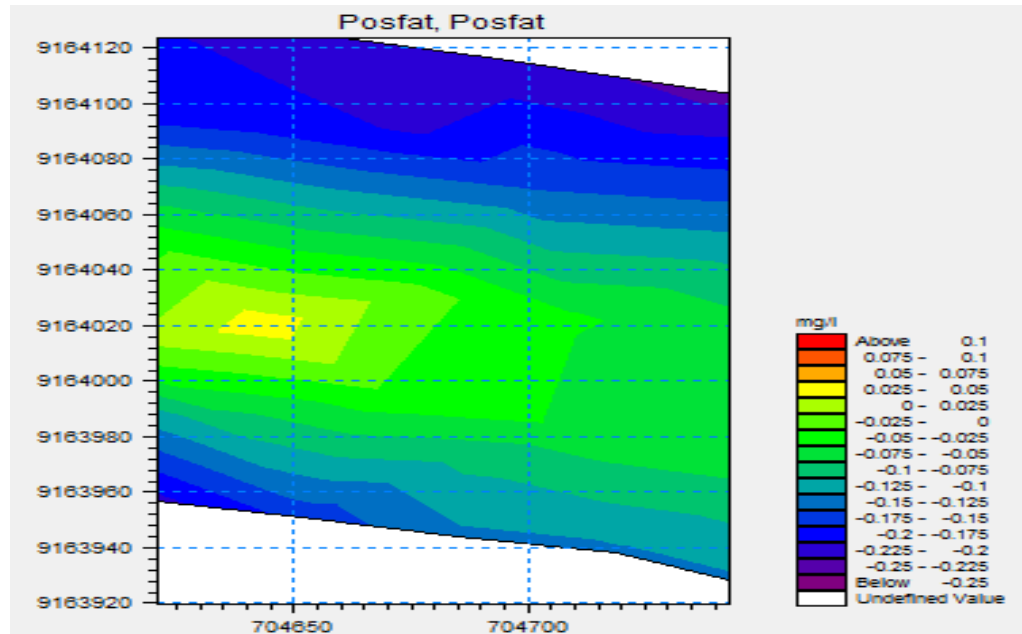
- Point 2



- Point 3

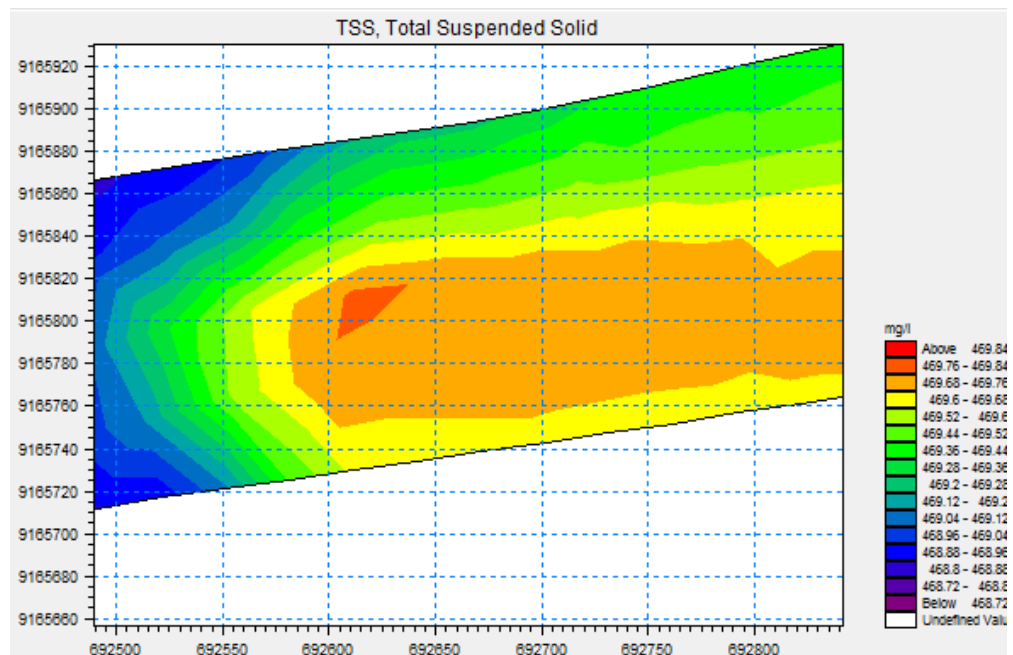


- Point 4

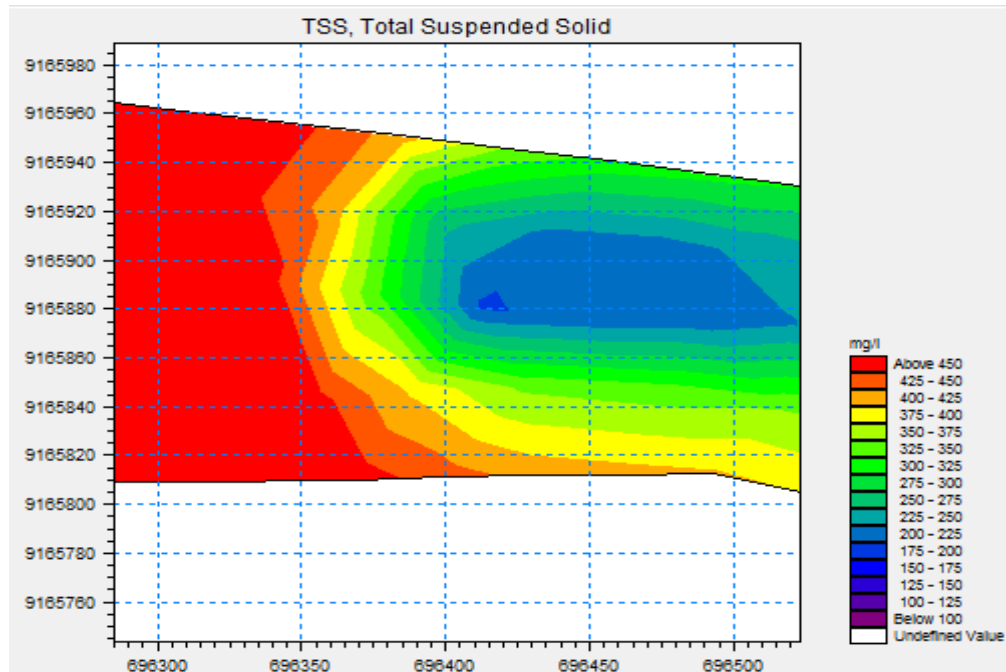


TSS

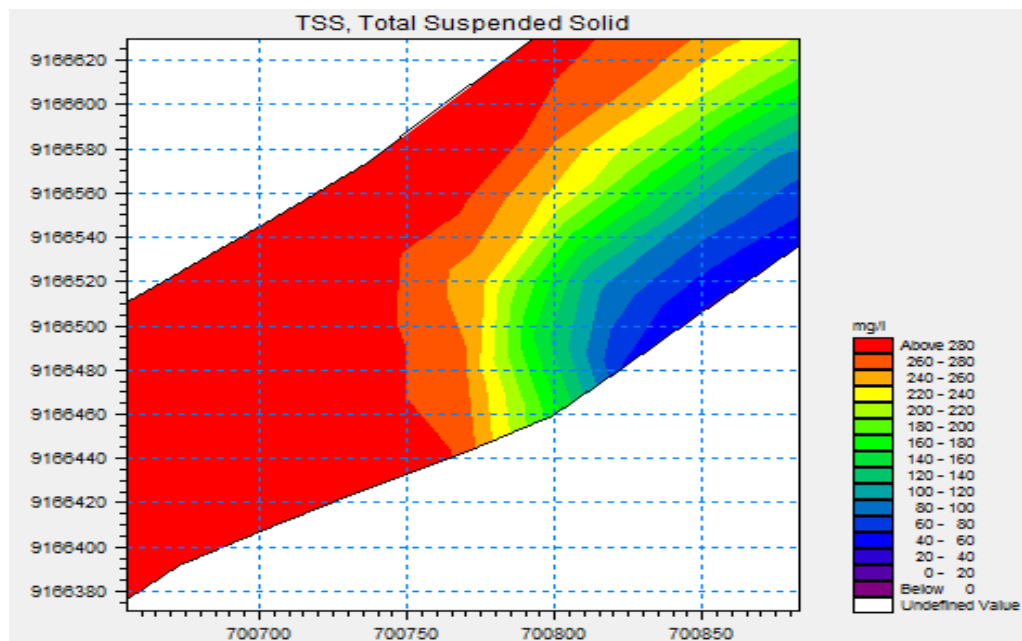
- Point 1



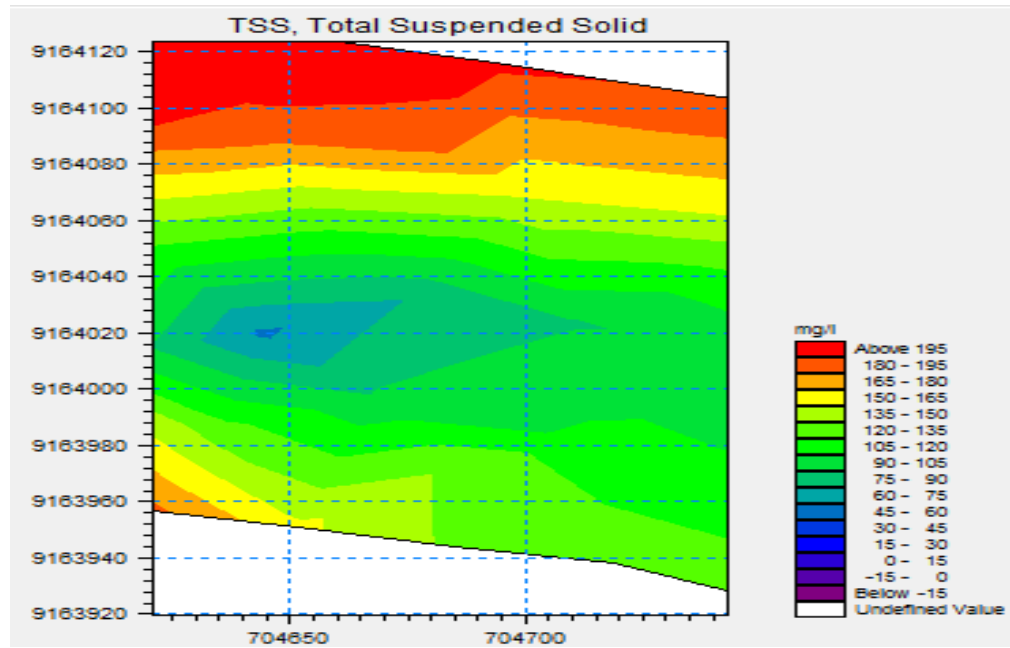
- Point 2



- Point 3



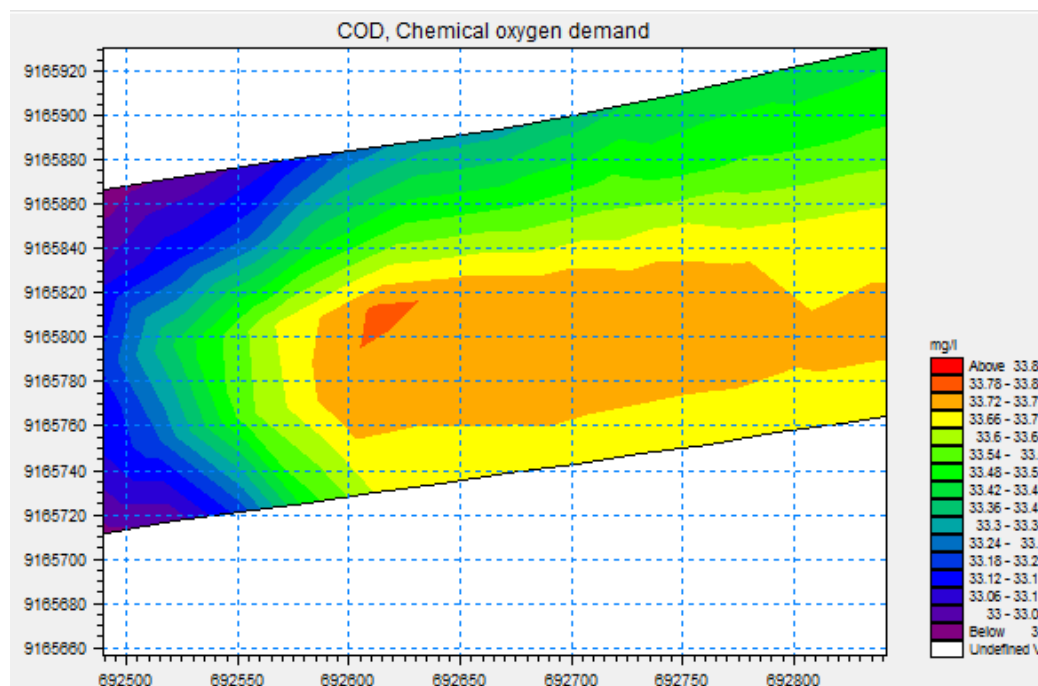
- Point 4



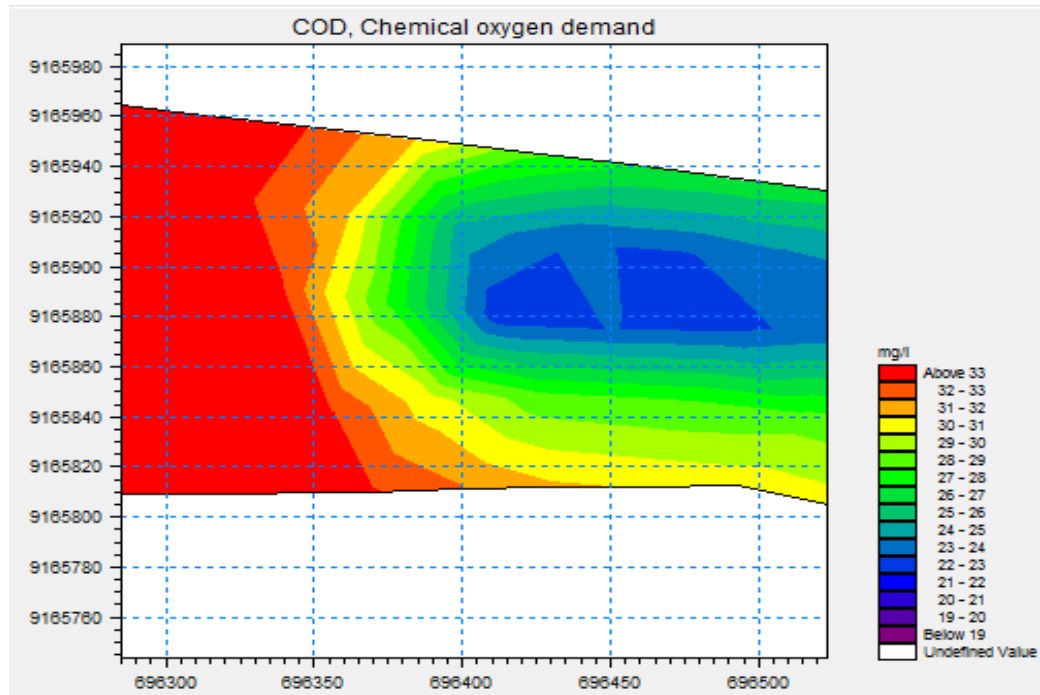
Kondisi Surut Terendah

COD

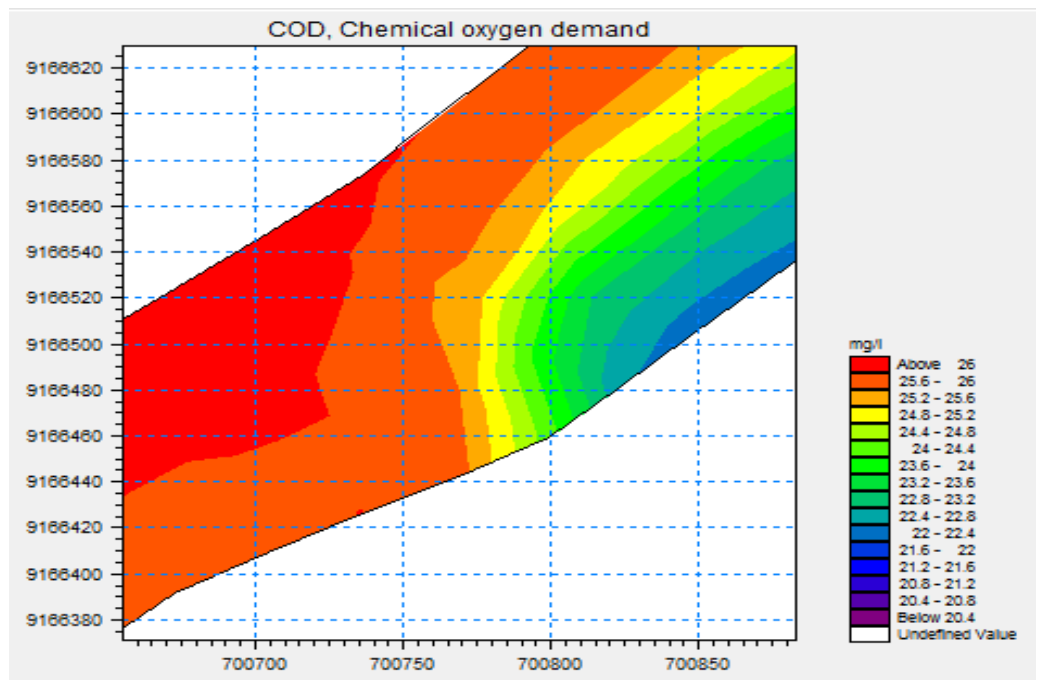
- Point 1



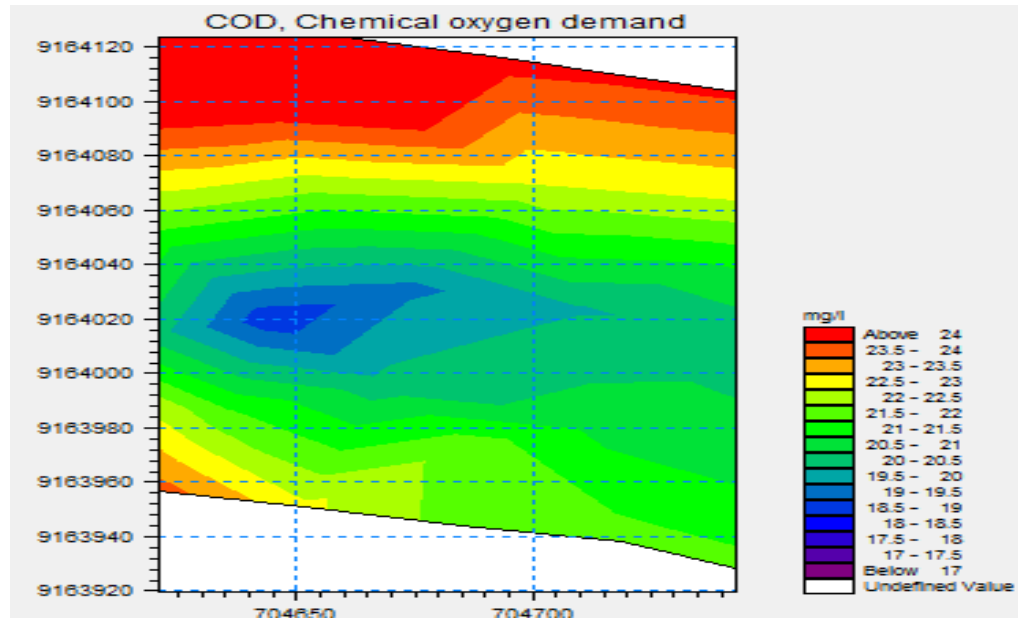
- Point 2



- Point 3

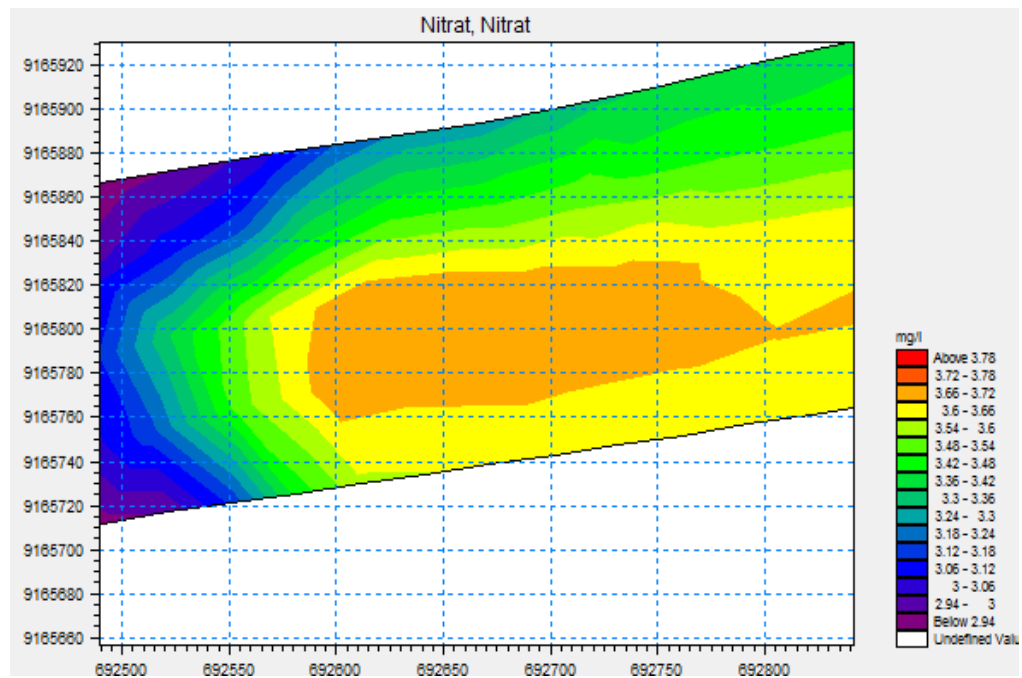


- Point 4

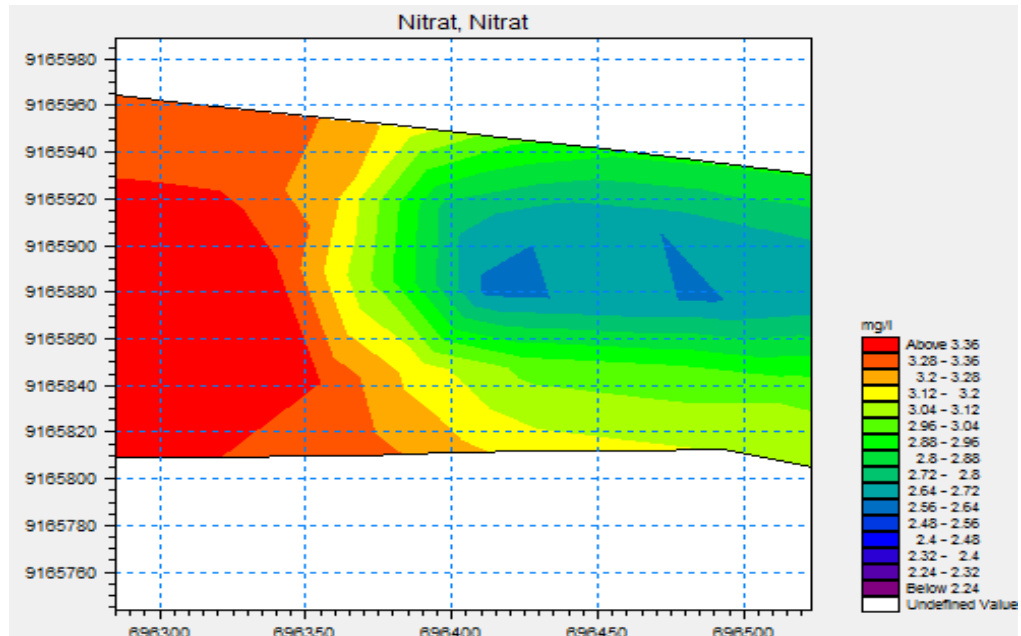


Nitrat

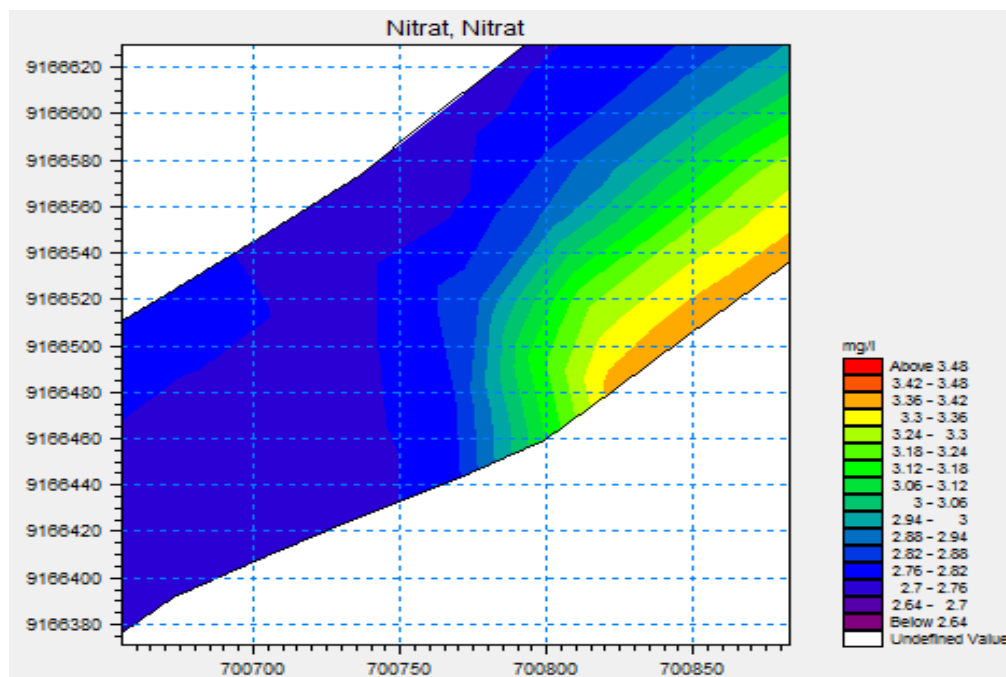
- Point 1



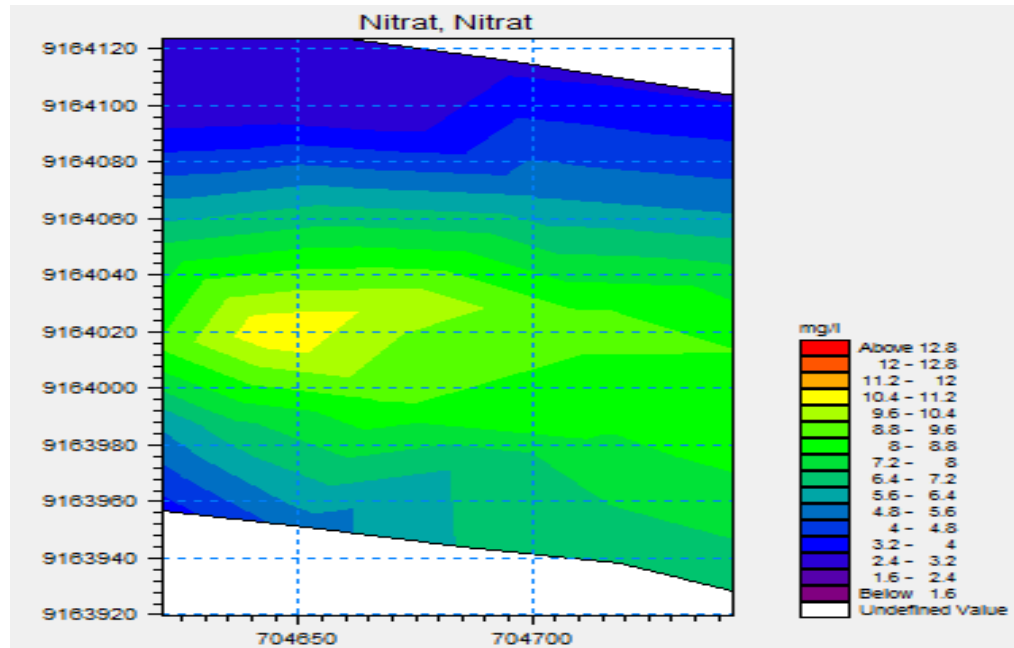
- Point 2



- Point 3

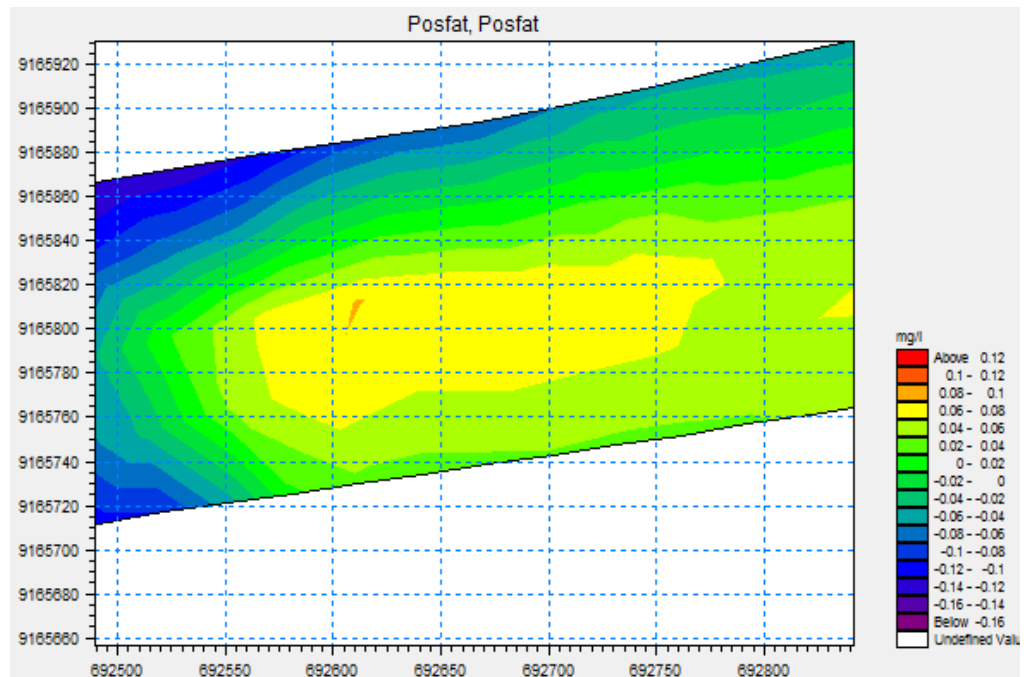


- Point 4

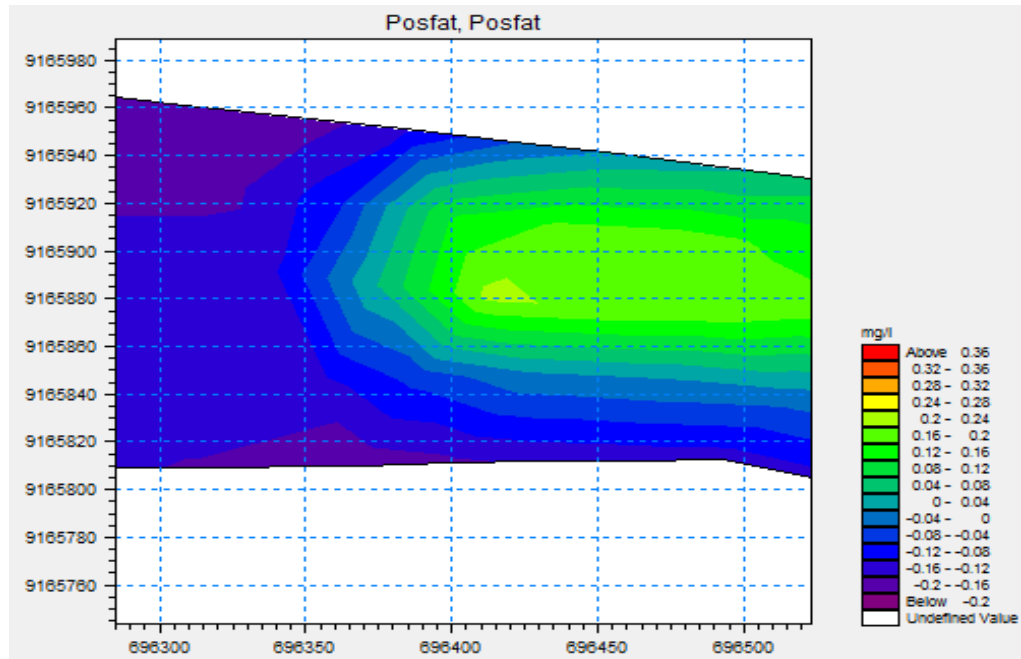


Fosfat

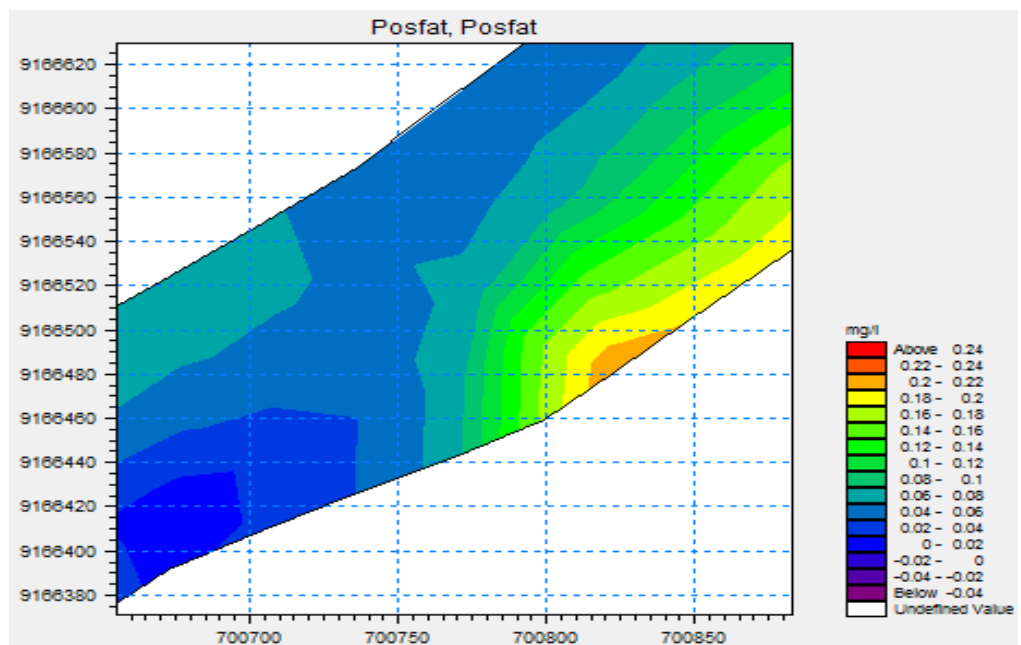
- Point 1



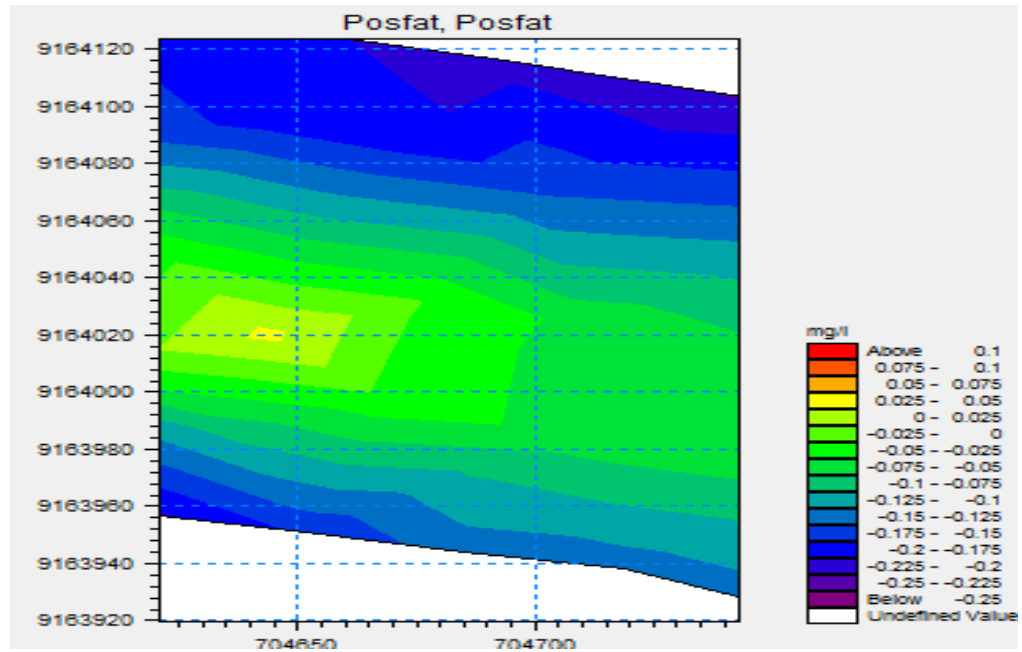
- Point 2



- Point 3

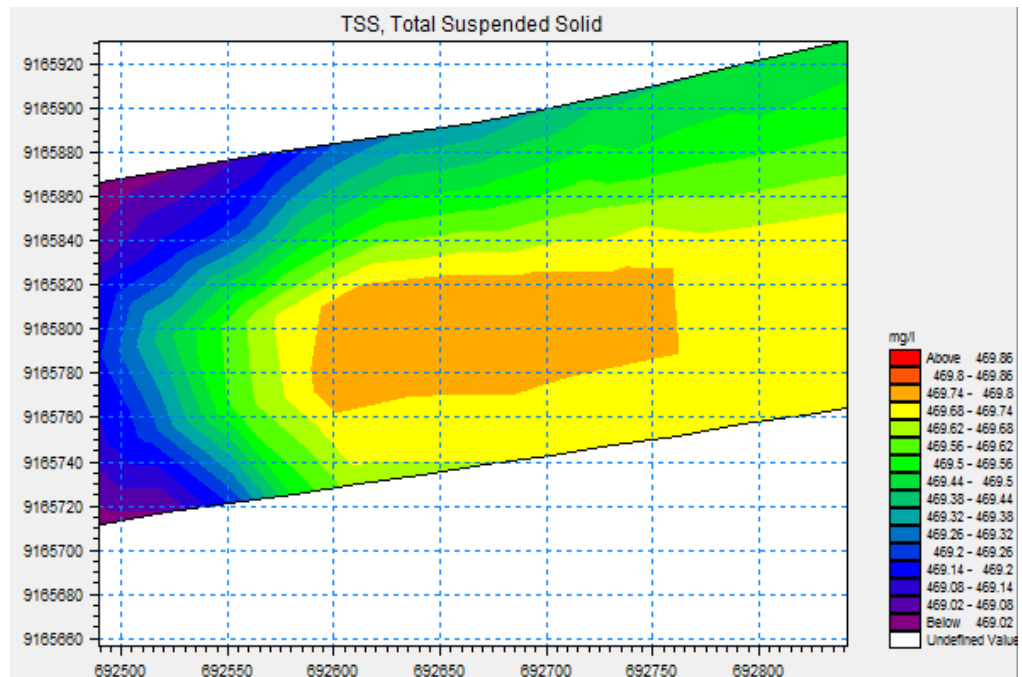


- Point 4

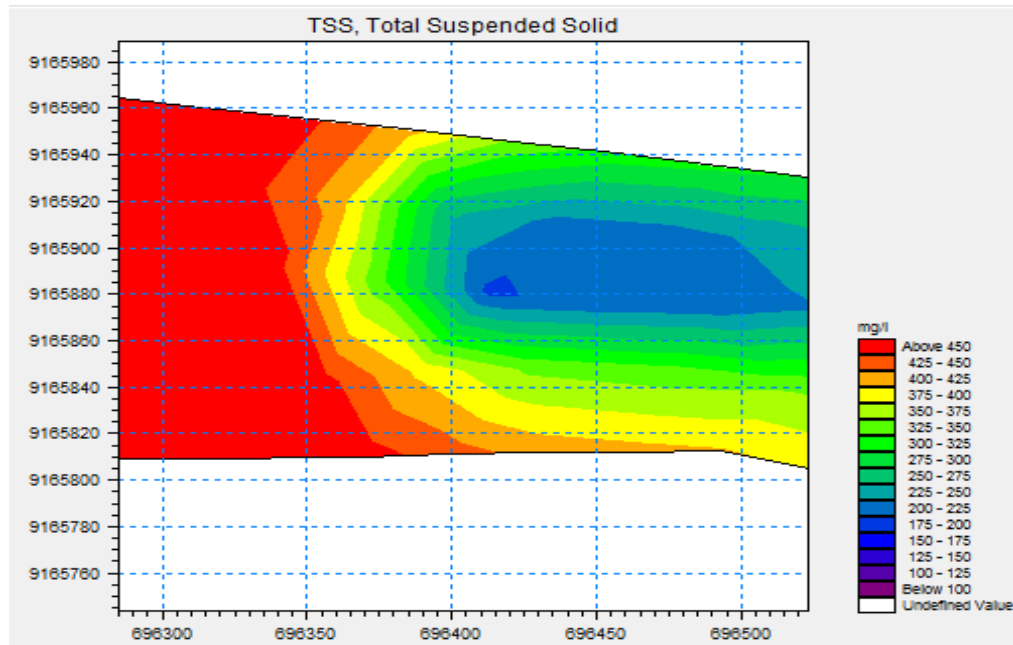


TSS

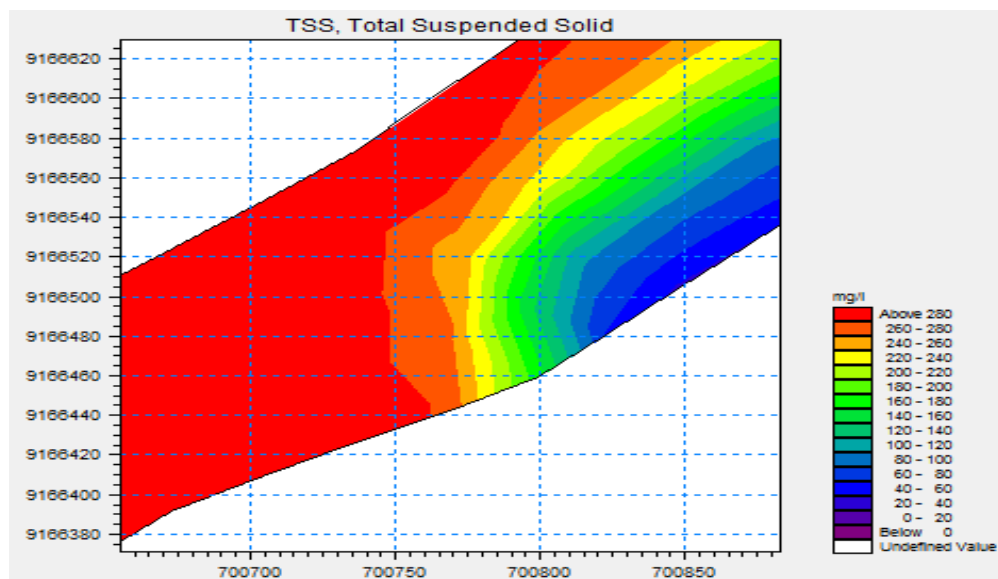
- Point 1



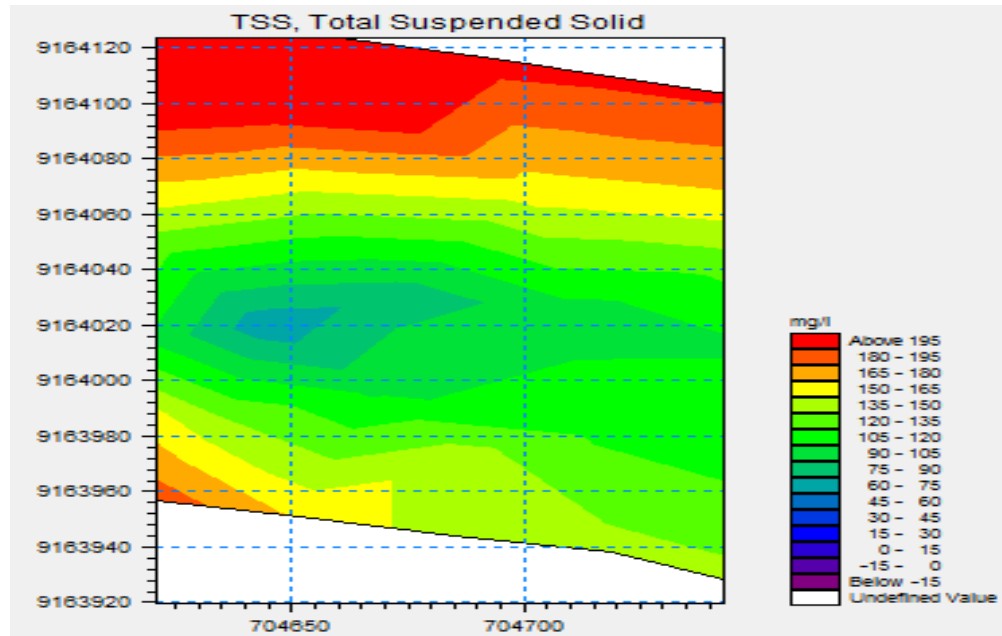
- Point 2



- Point 3



- Point 4



LAMPIRAN C

Foto Pengambilan Sampel Air Porong Sebelum Pipa Pembuangan



BIODATA PENULIS



Noverina Ayu Sukmasari lahir di Surabaya, 27 November 1992 sebagai anak pertama dari 2 bersaudara pasangan Eko Sulistiyono dan Lidya Soesanti. Setelah menempuh pendidikan di SD Hang Tuah 6 Surabaya, SMP Negeri 18 Surabaya, dan SMA Negeri 3 Surabaya, penulis melanjutkan studinya di Program Studi S1 Teknik Kelautan FTK-ITS pada tahun 2010. Di akhir semester, penulis menyusun tugas akhir yang berjudul “Analisa Tingkat Pencemaran Air di Kali Porong Akibat Buangan Lumpur Lapindo” dengan semangat dan motivasi tinggi guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Penulis mempunyai motto hidup *Fall one time, stand up two times*. Yang artinya kita tidak boleh menyerah dan harus semangat mengejar mimpi kita meski pernah jatuh dan hampir putus asa.